



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
LICENCIATURA EN ECONOMÍA  
SEMINARIO DE ECONOMÍA REGIONAL Y URBANA

Estructura de la movilidad urbana en la Zona Metropolitana del Valle de México 1999-2015

BORRADOR DE TESIS

PRESENTA:

RIVERA VARGAS PABLO RODRIGO

ASESOR:

ÁNGEL RODOLFO REYNOSO CRUZ

## Índice general

Índice de cuadros.....	4
Índice de figuras .....	5
Introducción.....	6
Capítulo 1. <i>Marco referencial para el estudio de la movilidad urbana</i> .....	10
1. Movilidad urbana: Características principales.....	11
1.1. Tipos de movilidad urbana .....	12
1.2. Oferta y demanda de transporte.....	15
1.3. Definición de los conceptos principales .....	16
2. La movilidad y el crecimiento de las ciudades .....	17
2.1. Aglomeración .....	17
2.2. Accesibilidad .....	19
2.3. Centros económicos y la movilidad.....	20
3. La economía del transporte.....	21
3.1. Las externalidades en el transporte .....	24
3.1.1. Externalidades positivas.....	24
3.1.2. Externalidades negativas.....	25
4. Enfoques teóricos de la movilidad .....	26
4.1. Enfoque neoclásico.....	26
4.2. Teorías de localización .....	27
4.3. Nueva Geografía Económica .....	28
4.3. Enfoque crítico.....	29
Capítulo 2. <i>Descripción y análisis de la movilidad dentro de la ZMVM</i> .....	33
Introducción.....	34
1 Antecedentes de la movilidad en la ZMVM .....	35
2 El Sistema de Transporte Urbano .....	36
3 Método y medición de la movilidad .....	38
3.1. Causas de la movilidad.....	38
3.2 Tiempos y horarios de traslado actuales .....	39
3.2 Estructura y determinación de los viajes .....	46
4 Síntesis y perspectiva del fenómeno.....	58

<b>Capítulo 3. Aplicación de un MBA en el fenómeno de la movilidad urbana .....</b>	<b>59</b>
<b>Modelos basados en agentes.....</b>	<b>60</b>
<b>La movilidad urbana como fenómeno emergente.....</b>	<b>61</b>
<b>El modelo.....</b>	<b>63</b>
<b>Calibración del modelo.....</b>	<b>64</b>
<b>Inicialización del modelo.....</b>	<b>65</b>
<b>Regla de transición .....</b>	<b>66</b>
<b>Conclusión.....</b>	<b>70</b>
<b>Conclusiones generales .....</b>	<b>71</b>
<b>Bibliografía.....</b>	<b>73</b>
<b>Anexo .....</b>	<b>75</b>

## Índice de cuadros

<b>Cuadro 1.1.</b> Teorías de localización, conceptos principales.....	22
<b>Cuadro 2.1.</b> Ranking de movilidad por lugar de origen.....	47
<b>Cuadro 2.2.</b> Ranking de movilidad por lugar de destino.....	48
<b>Cuadro 2.3.</b> Ranking municipios que exportan mayor porcentaje de mano de obra.....	50
<b>Cuadro 2.4.</b> Motivos de viajes realizados en la ZMVM.....	53

## Índice de figuras

<b>Figura 1.1.</b> Movilidad urbana radial.....	13
<b>Figura 1.2.</b> Movilidad urbana tangencial.....	14
<b>Figura 1.3.</b> Movilidad urbana mixta.....	14
<b>Figura 2.1.</b> Cobertura geográfica.....	41
<b>Figura 2.2.</b> Centros económicos por sector económico 1999-2004.....	43
<b>Figura 2.3.</b> Centros económicos por sector económico 2009-2014.....	44
<b>Figura 2.4.</b> Municipios que exportan mayor porcentaje de mano de obra.....	52
<b>Figura 2.5.</b> Viajes por motivos de trabajo.....	54
<b>Figura 2.6.</b> Viajes por motivos de escuela.....	55
<b>Figura 2.7.</b> Viajes por motivos de Hogar.....	57
<b>Figura 3.1.</b> Interfaz gráfica en NetLogo.....	66
<b>Figura 3.2.</b> Interacción Agente - Espacio.....	67
<b>Figura 3.3.</b> Interacción Agente - Espacio.....	68
<b>Figura 3.4.</b> Interacción Agente - Espacio.....	69

## Introducción

En esta investigación se aborda el tema de la movilidad urbana en la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM), específicamente pretende dar una descripción de la forma en la que está configurada la actividad económica en el espacio urbano y de cómo ésta determina la movilidad de los trabajadores que pertenecen a los sectores económicos de la industria, el comercio y los servicios. Entonces el fenómeno que se aborda es la movilidad urbana de los trabajadores de la ZMVM que están forzados a desplazarse hacia un centro económico en donde se localizan los puestos de trabajo, para llevar a cabo sus tareas productivas.

Existe un proceso de concentración de la población en la periferia de la ciudad que ha provocado diversos problemas en los patrones de viaje, como los problemas de congestión vial que se generan en las principales avenidas que conectan el DF con el Estado de México, como es el caso del Anillo Periférico en la zona norte. A causa de este problema se generan efectos negativos como la pérdida de tiempo de actividades productivas que puede reflejarse en retrasos a la hora de llegada al trabajo, la escuela o alguna otra actividad.

Este problema de pérdida de tiempo trae consigo distintos efectos económicos negativos en la fuerza de trabajo, por ejemplo: si un trabajador constantemente llega tarde a su puesto de trabajo es probable que pierda su empleo y, por tanto, el salario con el que sustenta a su familia. Otro caso de estos efectos económicos, es cuando debido al problema del tránsito, un trabajador realiza varios trasbordos en diferentes modos de transporte, lo cual aumenta el costo del mismo.

Se han realizado diversos estudios sobre el problema de la movilidad urbana, como los trabajos sobre estrategias de los viajeros ante problemas de congestión (Guillaume Monchambert y André de Palma, 2014), la implementación de los sistemas de información geográfica (SIG) a la planificación del transporte (Jiawen

Yang y Jose Ferreira, 2008) o la inversión en infraestructuras de transporte (Jean-Daniel M. Saphores y Marlon G. Boarnet, 2006).

Los objetivos principales de esta investigación son conocer la estructura actual de la movilidad urbana en la ZMVM, ubicar los principales centros atractores de movilidad de fuerza de trabajo en la zona, fuerza de trabajo que corresponde a los sectores industrial, comercio y de servicios, y conocer los patrones de viajes entre los municipios y delegaciones de la zona. La pregunta que se pretende contestar con esta investigación es la siguiente: ¿existe en la ZMVM un fenómeno de concentración de la actividad económica, que obliga a los trabajadores a desplazarse hacia los puestos de trabajo? Con el objetivo de demostrar que la clase trabajadora no decide el lugar en el que puede trabajar, sino que está obligado a moverse a un puesto de trabajo determinado por un centro económico.

La hipótesis que se pretende demostrar con esta investigación es que los problemas socioeconómicos que se derivan de la movilidad urbana y transporte, se generan por factores como la sobrepoblación, la ineficiencia del transporte público, la desorganización del espacio urbano, los costos y la saturación de los medios de transporte. La movilidad dentro de la ZMVM, está determinada por la ubicación de los centros económicos, que a su vez funcionan como centros atractores de mano de obra.

Con respecto al sustento teórico con el que se llevara a cabo esta investigación, la movilidad urbana y el transporte serán abordados desde una perspectiva crítica, en donde el trabajador no es libre de disponer a su gusto de su fuerza de trabajo como su propia mercancía (Harvey, 1990), a diferencia de otras teorías como la neoclásica, en donde el trabajador es libre de vender su fuerza de trabajo cuando y donde quiera, a quien él desee y para los propósitos que le plazcan. Entonces, la libre movilidad de la fuerza de trabajo se ve obstaculizada y limitada con el deseo de que el capital decida mantener en su lugar a las reservas de trabajo, dado que los salarios diferenciales coordinan los movimientos de los trabajadores.

Harvey (1990) cita a Marx (1867) quien argumento que “la condición en el espacio, el transportar el producto al mercado, forma parte del mismo proceso de producción”. Por lo tanto, la industria del transporte produce valor porque es una “esfera de producción material”. Entonces el valor de todas las mercancías está incluidos en los costos de transporte socialmente necesarios.

Para el análisis de esta investigación, se toma en cuenta un periodo a partir del año 1999 a 2014, para ello, se consultaron los censos económicos correspondientes a los años 1999, 2004, 2009 y 2014 de INEGI. Como objeto de estudio para esta investigación, se tomó la ZMVM, estudiada a nivel municipal. Con este nivel de análisis es posible visualizar gráficamente los principales centros económicos dentro de la región, además de realizar un análisis exploratorio de los datos.

Para ubicar geográficamente los centros económicos atractores de movilidad, el método fue localizarlos a partir de las actividades económicas de la industria, comercio y servicios dentro de la ZMVM, para ello se consultó a nivel municipal la población ocupada correspondiente a cada actividad, con dichos datos se calculó la participación relativa de población ocupada para cada censo económico. Una vez calculadas las variables, se utilizaron los Sistemas de Información Geográfica (SIG) para ubicar geográficamente las variables y visualizarlas en mapas. Una vez ubicados los centros económicos, se consultaron datos de la Encuesta Origen y Destino de INEGI, para conocer el patrón de los viajes realizados en la región, y así observar si los principales destinos de los trabajadores están determinados o tienen alguna relación con los centros económicos.

El presente trabajo consta de tres capítulos, el primero aborda los elementos teóricos que sustentan el fenómeno de la investigación, los enfoques con los que se ha abordado el tema y una descripción de los conceptos principales. El segundo corresponde al análisis exploratorio de los datos, utilizando las herramientas de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), con el objetivo de mostrar los datos sobre movilidad y concentración económica referenciada geográficamente. El ultimo

capitulo se desarrolla un Modelo Basado en Agentes (MBA) con el que se pretende evaluar el comportamiento de la movilidad y observar el fenómeno con base en distintos escenarios.

# **Capítulo 1. *Marco referencial para el estudio de la movilidad urbana***

## 1. Movilidad urbana: Características principales

La movilidad urbana se refiere a los desplazamientos que realizan las personas de un lugar a otro y que tienen lugar dentro del territorio de la ciudad. El fenómeno de la movilidad es el resultado de la *interacción social y económica* que existe entre las diferentes zonas de una ciudad, ya que dentro de ella, se realizan diversas actividades que se complementan unas con otras (Bazant, 2011). Las actividades que se desarrollan dentro de una ciudad se establecen bajo un criterio de zonificación, que puede ser a través de usos del suelo o niveles socioeconómicos; entonces, desde una zona de la ciudad se va a trabajar, en otra se va a la escuela y en otras se va de compras, ir al médico, a los bancos, recreación o diversión.

La movilidad urbana se relaciona intrínsecamente con el transporte en un territorio, donde las personas o usuarios que se mueven dentro del territorio urbano por diversos motivos, eligen un cierto recorrido y un modo de transporte de acuerdo con criterios de tiempo, costos de desplazamiento, comodidad, velocidad y seguridad. El patrón de viajes que se realizan dentro de la ciudad, se determina por la estructura de la misma ciudad, esto es, por los principales ejes viales y avenidas por los que los habitantes deben circular cotidianamente para llegar a sus destinos. Ahora bien, la planificación territorial juega un rol determinante en el estudio de la zonificación, ya que el planificador urbano generalmente debe identificar y analizar las principales características económicas y demográficas de cada zona para poder realizar proyecciones a futuro, esto no es una tarea sencilla ya que pueden existir fluctuaciones dentro del ordenamiento territorial, por ejemplo; en una zona de bajos ingresos y de baja densidad puede haber algún segmento de altos ingresos debido a una inversión (centro comercial o un hospital) que genera algún crecimiento económico local. O viceversa, dentro de zonas de altos ingresos puede haber nichos de bajos ingresos (Bazant, 2011).

Dentro del proceso de planificación, el flujo de información define los estilos de planificación y políticas viables. Un mayor abastecimiento de la información podría incrementar la calidad en la toma de decisiones y en la utilización de los recursos de la sociedad (Jiawen Yang y Jose Ferreira, 2008). Sin embargo, existen barreras de información que en muchas ocasiones obstaculizan la toma de decisiones sobre los sistemas de transporte, por ejemplo; al mudarse a un nuevo lugar o viajar a un nuevo destino, los viajeros reducen las posibilidades de paseos de tránsito debido a la falta de información sobre el nuevo sistema de transporte.

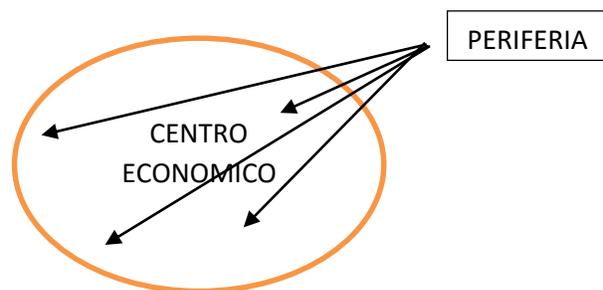
### **1.1. Tipos de movilidad urbana**

La forma más sencilla de abordar la generación de viajes dentro de una ciudad es mediante el estudio de origen-destino, donde cada viaje tiene un origen (vivienda), un destino (trabajo, escuela, recreación, etc.) y una ruta que une a ambos. Las rutas o trayectos que unen los orígenes y destinos sirven para visualizar el conjunto de viajes origen-destino que tiene una ciudad, con el objetivo de identificar las zonas con mayor intensidad de origen y las de mayor demanda de destino. Estos trayectos pueden ser entendidos como líneas de deseo, y tienen una aplicación práctica en el diseño de rutas de transporte.

Los tipos de movilidad urbana están definidos por la estructura urbana, es decir, por la forma en la que han sido trazadas las principales avenidas o corredores urbanos, entonces la movilidad de la población se lleva a cabo dentro de las principales arterias y ejes urbanos de la ciudad que vinculan las zonas de origen con los destinos. Bazant (2011, 146) nos dice que “las zonas de origen son extensas en superficie, con baja densidad, reúnen una masa significativa de población que se desplaza fuera de su zona; en tanto que, por lo general, los destinos son zonas compactas de mediana/alta densidad”. Se identifican tres tipos de movilidad definidos por el tipo de estructura urbana y la forma en que se distribuyen las actividades de la ciudad, se tipifican en:

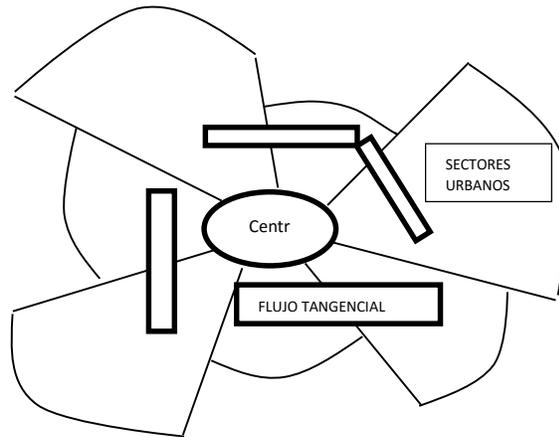
- 1) Movilidad Radial. Se relaciona con una estructura urbana concéntrica, ocurre dentro de una ciudad mediana o pequeña, donde el centro concentra las principales actividades económicas, administrativas, comerciales o educativas. Dentro de este tipo de estructura mediana o pequeña el destino final de los desplazamientos es el centro de la ciudad, los trayectos entre los mismos usos de suelo son escasos y los viajes coinciden de la periferia al centro y viceversa (véase Figura 1.1).
- 2) Movilidad Tangencial. Se relaciona con una estructura urbana sectorial, donde los viajes tienen su origen y destino alrededor del centro de la ciudad sin entrar en él. Algunas ciudades poseen características similares cuando sus centros históricos están congestionados o se encuentran en decadencia económica (véase Figura 1.2)
- 3) Movilidad Mixta. Este tipo de movilidad se asocia con una estructura urbana multicéntrica, donde existe un centro urbano y una serie de subcentros ubicados en su anillo intermedio. También ocurre cuando existen dos poblaciones que se entrelazan para formar una sola mancha urbana, pero conservando sus respectivos centros hegemónicos (véase Figura 1.3).

**Figura 1.1.** Movilidad urbana radial



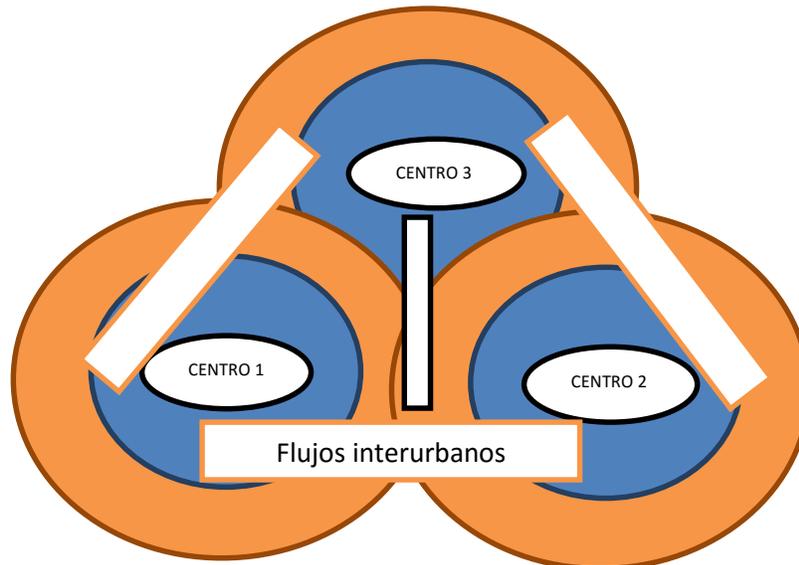
Fuente: Elaboración propia con base en: Bazant (2011, 146) tipo de movilidad radial

**Figura 1.2.** Movilidad urbana tangencial



Fuente: Elaboración propia con base en: Bazant (2011, 146) tipo de movilidad tangencial

**Figura 1.3.** Movilidad urbana mixta



Fuente: Elaboración propia con base en: Bazant (2011, 146)

Para el estudio de la Ciudad de México, existen discusiones acerca del grado de policentrismo que presenta la ciudad, aunque no se descartan del todo las opiniones sobre una ciudad monocéntrica. Pero en el caso de la ciudad policéntrica, los factores de densidad, uso del suelo, precios de suelo y costos de transporte, están en función de la distancia a los diferentes subcentros, cada uno contando con dimensiones y características distintas (Suarez, 2010).

## **1.2. Oferta y demanda de transporte**

La demanda de transporte se refiere al número de pasajeros que puede tener una ruta en cada kilómetro, desde el origen hasta el destino del trayecto y por cada unidad de tiempo (horas). La demanda de transporte no es fija, al contrario, es cambiante a lo largo de una ruta de origen a destino. Por otro lado la oferta de transporte es una constante a lo largo de la ruta, esto quiere decir que existe el mismo número de unidades de transporte viajando en la ruta por cada unidad de distancia y de tiempo. Por consiguiente, la oferta de transporte es directamente proporcional al número de unidades y de su capacidad, e inversamente proporcional al tiempo de recorrido. Entre mayor sea el recorrido del viaje, y mayor tiempo le tome al transporte ligar el origen con el destino, es mayor la posibilidad de que se sature.

Las personas viajan dentro de la ciudad para satisfacer alguna necesidad o desempeñar alguna función. Entonces, la demanda del transporte se deriva de la necesidad que tienen las personas de viajar a otra zona diferente de la que habitan para desarrollar esa actividad (trabajo principalmente), y la necesidad de transportar bienes a la zona de desplazamiento para que estén accesibles para ser usados o comprados. Los métodos más utilizados para proyectar demanda de viajes, consisten no únicamente en modelos de una sola ecuación, como el utilizado *precio-demanda*, sino en un número de modelos separados.

La necesidad de agrupar diferentes modelos para proyectar demandas de viajes, refleja la complejidad de los viajes urbanos, en donde tienen que tomarse en cuenta

varios destinos posibles para un viaje o las diversas rutas que los pasajeros tienen dentro de cada modalidad de transporte. Los cambios en el precio de las tarifas también afectan a la demanda, lo cual también afectará la recuperación de las inversiones en las unidades de transporte.

### **1.3. Definición de los conceptos principales**

La movilidad urbana se entiende como un conjunto de desplazamientos, de personas y mercancías, producidos dentro del espacio físico. Cuando hablamos de movilidad urbana, podemos partir desde el punto de vista de los ciudadanos, para entenderla como una necesidad de los mismos que tienen que satisfacer, y hacerlo en la medida en que los esfuerzos que requieran estos desplazamientos para acceder a bienes y servicios no repercuta de forma negativa en su economía (Mataix, 2010).

Los medios de transporte se refieren particularmente a los medios mecánicos utilizados para transportar personas y mercancías, y son una forma de posibilitar la movilidad urbana. Por lo tanto, el transporte y el tráfico se refieren exclusivamente a los desplazamientos motorizados, en este sentido se excluyen los desplazamientos a pie o en bicicleta (no motorizados), aunque todos son de vital importancia dentro de las políticas de movilidad. En este sentido, Mataix (2010: 13) especifica que: “la movilidad está ligada a las personas que deben o desean desplazarse, no a los medios empleados para ello, ni a las consecuencias que los desplazamientos puedan tener”.

El uso de suelo se entiende como la distribución espacial planificada o espontánea de la ocupación del territorio con fines urbanos, residenciales, comerciales, administrativos o industriales. En contraste con la movilidad urbana, existen *políticas de infraestructura*, herramienta principal de la política pública para resolver problemas de tráfico y transporte, con el objetivo de crear y mantener las condiciones adecuadas de movilidad, donde los problemas de congestión son

considerados una anomalía del sistema urbano que debe ser solucionado mediante nuevas infraestructuras de transporte (Mataix, 2010).

La congestión del tráfico vehicular se refiere tanto urbana como interurbanamente, a la condición de que existe una excesiva cantidad de vehículos, se ha convertido en un problema constante en las ciudades modernas, que generan costos sociales, ambientales y económicos. Las vialidades se ven sobrepobladas por el gran número de vehículos que circulan por ellas, por la propensión de sus propietarios a realizar sus desplazamientos cotidianos principalmente en sus vehículos privados. La demanda de movilidad cada vez es más dispersa y difícil de resolver mediante el transporte público, lo cual incrementa la dependencia de los vehículos privados (Mataix, 2010).

## **2. La movilidad y el crecimiento de las ciudades**

### **2.1. Aglomeración**

La existencia de las ciudades se debe a que los hombres siempre han encontrado ventajoso y con mayor eficiencia gestionar las actividades económicas, sociales y de poder de forma espacialmente concentrada (Camagni, 2005). Únicamente cuando se alcanza una dimensión o una escala suficiente de actividad, es posible utilizar de manera más eficiente los procesos productivos y generar recursos suficientes para alcanzar un mercado lejano o financiar grandes proyectos. Una idea central sobre el estudio del crecimiento de las ciudades reside en la presencia de fuerzas ficticias o centrifugas que determinan la existencia de aglomeraciones.

De acuerdo con el informe del Banco Mundial 2009, los países en desarrollo pueden aprender de como los países desarrollados han reducido los costos de transporte, estimulando el comercio y las nuevas tecnologías. Lo que pueden aprender es como puede cambiar la concentración espacial de la producción al disminuir los costos de transporte. Menciona que la nueva geografía económica ha

contribuido a un enfoque exclusivo de políticas de infraestructura, se han dejado de lado aspectos relacionados con la política, como los monopolios del transporte. Los países en desarrollo deben necesariamente atender los efectos negativos del sector transporte, lo cual puede requerir soporte internacional.

La aglomeración o agrupación de la actividad económica, ocurre en diferentes niveles geográficos y en variedad de formas. Debido a la existencia de estas fuerzas es posible observar un aumento proporcional del producto, del valor excedente o de la eficacia de la actividad que se desarrolle. Estas actividades pueden incluir al sector industrial, servicios como los bancos, o los sistemas de transporte metropolitanos. Si no existieran estas fuerzas de aglomeración, se podría pensar que existiría un panorama completamente competitivo de producción con un gran número de bienes ofrecidos, donde los factores de producción son distribuidos de manera uniforme y equitativamente sobre el territorio. Si se operara de esa forma, la producción sería la misma en cualquier parte del territorio y no tendría sentido alguno transportar los bienes de un lugar a otro.

Con la existencia de las fuerzas de aglomeración y las economías de escala, que se refieren a las ventajas que posee una empresa al momento de su expansión en términos de costos, se modifica constantemente el esquema de localización. Una empresa o industria, se enfrenta a una concentración espacial de actividad y de factores productivos, la producción es más ventajosa en un solo lugar y los bienes son transportados a los mercados locales. Incluso los trabajadores pueden encontrar más ventajoso cambiar su lugar de residencia cerca de la fábrica para ahorrar tiempo de transporte.

Sumado a esto existen ciertos límites al fenómeno de aglomeración, que precisamente se refieren a los costos de transporte para los productos de las empresas, mismos que aumentan exponencialmente conforme se incrementa el área de abastecimiento de la empresa, superando incluso, a las ventajas de economías de escala de la producción. Otro limitante es el conjunto de empresas presentes, que pueden sufrir de costos crecientes o deseconomías (escases de

tierra, de trabajo) o costos de congestión como el tráfico, estrés, o criminalidad (Camagni, 2005).

Sobre este aspecto se han realizado diversos estudios que se enfocan en el análisis de la relación entre el uso del suelo y la congestión vial, se estudia la relación observada entre el flujo de tráfico y la densidad del tráfico en el nivel de una región urbana, incluyendo la congestión, donde el flujo disminuye a medida que aumenta la densidad en las rutas con el objetivo de analizar la dinámica del tráfico cotidiano y su conexión con el tamaño de la ciudad, el uso del suelo y las redes de transporte (Tsekeris y Geroliminis, 2013).

## **2.2. Accesibilidad**

La base de la organización interna del territorio urbano y de la ciudad misma, se origina del principio de accesibilidad y surge de la competencia entre las diversas actividades económicas con el fin de garantizarse la localización más ventajosa (Camagni, 2005). A diferencia de la aglomeración, la accesibilidad se refiere a hacerle frente a la barrera o barreras impuestas al espacio por el movimiento de personas o el intercambio de bienes y servicios. La accesibilidad puede entenderse como una competencia espacial ya que determina las elecciones de localización de cada actor económico, mismas que a su vez, dan estructura al territorio urbano.

Contar con una elevada accesibilidad, significa tener una mayor disponibilidad de los factores de producción o bienes intermedios para producir, también evita soportar un tiempo y costo de transporte; significa que las personas puedan tener acceso a servicios variados como museos, teatros, cines o bibliotecas, destinos que crean nuevos desplazamientos urbanos. El principio de accesibilidad se ha abordado en el tema de la movilidad y el transporte, se han diseñado metodologías que utilizan el concepto de accesibilidad como un medio complementario para la evaluación pública, la inversión en el transporte y sobre todo la identificación de las desventajas y prioridades de transporte para la generación de proyectos. Este tipo

de modelos se basan en el cálculo de los niveles de accesibilidad al mercado de trabajo para las diferentes zonas de una ciudad determinada, compuesto por el presupuesto de tiempos de viaje y el porcentaje de los ingresos gastados en el transporte (Bocarejo y Oviedo, 2012).

Esta metodología se utiliza para evaluar las diferentes políticas en las ciudades, lo que corresponde a los cambios en la estructura de tarifas del sistema de transporte público existente, proponiendo el desarrollo de subsidios, y la realización de nuevas inversiones para mejorar los sistemas de transporte actuales (Bocarejo y Oviedo, 2012). La mayoría de los planes de movilidad de las principales ciudades de América Latina, así como otros países en desarrollo como en los industrializados, emulan la tendencia de la integración de la exclusión social y la equidad como temas críticos en los procesos de planificación y desarrollo. Sin embargo, las herramientas para el análisis y la evaluación de proyectos y condiciones de transporte no miden, ya sea con indicadores específicos o sólidos, su contribución a los niveles de accesibilidad a las oportunidades y su desarrollo, en particular para los sectores más vulnerables de la población.

### **2.3. Centros económicos y la movilidad**

Como se ha mencionado anteriormente bajo los principios de aglomeración y accesibilidad, la concentración de las actividades económicas en un espacio geográfico específico, se da principalmente para tener un mayor control sobre la gestión de las relaciones económicas y sociales, y las ventajas de operar bajo un modelo concentrado en lugar de uno difuso. Bajo este principio de aglomeración, se forman los llamados centros económicos, en donde se concentran las principales actividades económicas. Ya que las zonas de residencia se ubican generalmente en la periferia de los centros económicos, las personas deben desplazarse hacia los centros para cumplir con las actividades de producción que se llevan a cabo ahí. Se generan vínculos funcionales entre los municipios, debido a que los municipios que

no poseen centros económicos abastecen de mano de obra a los que si los tienen y es por eso que se dan los desplazamientos.

### **3. La economía del transporte**

El estudio de la economía del transporte surge como una disciplina que intenta explicar la naturaleza de los mercados de transporte, sus características de funcionamiento, y la forma en la que se producen y demandan los desplazamientos de personas cotidianamente. La economía del transporte es una herramienta proporcionada para entender a fondo las características de las actividades y los servicios del transporte, su infraestructura, sus mercados, costos, tecnología, etc. Dentro de esta, se define al transporte como el movimiento de mercancías y personas a lo largo de un espacio físico, ya sea de forma terrestre, aérea o marítima.

Diversos estudios se han realizado dedicados a la economía del transporte dentro de las ciudades. El uso del suelo urbano y la interacción con el transporte, han sido temas clave en la agenda del transporte sostenible. El uso del suelo y el ciclo de transporte es un fenómeno bien conocido por los planificadores urbanos e ingenieros de transporte, lo cual es necesario para la formulación de estrategias de transporte urbano (Yim y Chen, 2010). La incorporación de las externalidades de congestión en los modelos de uso del suelo y de transporte ha recibido mucha atención, principalmente en su relación con la oferta y demanda que se genera por la elección de la ubicación de las actividades.

Dentro del marco teórico de la economía del transporte pueden incluirse algunos postulados de los modos de transporte por carreteras, realizado por automóviles y que se aplican al fenómeno de la movilidad por su estrecha relación para poder operar. Un factor clave dentro de este marco teórico, es el deseo de los usuarios de invertir el menor tiempo posible en el desplazamiento (Monchambert y de Palma, 2014). También toma en consideración la fiabilidad que existe en el transporte público.

Dentro del modelo de movilidad urbana se busca mantener un control sobre las externalidades que la afectan, como los congestionamientos o la contaminación. Dicho control busca que estas externalidades no afecten a otras actividades dentro de la región. Para sintetizar la idea de estos postulados en la economía del transporte tenemos el siguiente cuadro:

**Cuadro 1.1.** Teorías de localización, conceptos principales.

NUMERO	POSTULADO
1	Dentro de la movilidad urbana, el transporte es un bien de consumo intermedio y se utiliza como mediador en el traslado de personas de un punto a otro
2	Los usuarios eligen entre los distintos modos de transporte de acuerdo con su preferencia, tiempo y los costos de transporte
3	Al desplazarse, los usuarios desean invertir el menor tiempo posible, ya que el tiempo del viaje no es remunerado, ni puede ser utilizado para otras actividades como la recreación
4	El tiempo utilizado para el desplazamiento no es fijo y puede verse afectado por el número de usuarios que demanden el mismo modo de transporte
5	Las empresas que ofrecen el servicio del transporte deben contar con suficiente abastecimiento de unidades para atender la demanda de usuarios, aunque ésta fluctúe diariamente

Fuente: Elaboración propia con base en: Public Transport Reliability and Commuter Strategy (Monchambert y de Palma, 2014)

Otras consideraciones que podrían tomarse en cuenta pueden ser los beneficios y los costos de transportarse en un automóvil particular. Contar con un vehículo propio puede tener algunas ventajas al momento de desplazarse dentro de la ciudad como pueden ser:

- Tiempo
- Flexibilidad de horario, ruta y destino
- Conveniente para familias grandes

- Espacio para carga
- Comodidad ante condiciones de clima
- Menor tiempo de recorrido (no siempre)
- Seguridad personal (no siempre)

Otras razones:

- Transporte público sucio, lento, peligroso, limitado, inseguro y poco confiable
- Los autos son muy baratos (con una amplia disponibilidad de crédito automotriz)
- Amplia disponibilidad de estacionamiento (en calle y negocio)
- Símbolo de estatus económico

Sin embargo, existen costos y externalidades que pueden considerarse como desventajas de poseer un vehículo particular las cuales incluyen: tráfico, contaminación ambiental, menor actividad física, costos de oportunidad, accidentes viales o estrés. En busca de una movilidad urbana sostenible, los gobiernos llevan a cabo políticas públicas que tienen los objetivos de: mejorar el desempeño de la red vial (sincronización de semáforos, cruces, respetar los reglamentos de tránsito, etc.), realizar inversiones en transporte público de calidad que incluyan mayor capacidad, contar con carriles confinados, servicios de pre-pago, integración modal y profesionalización).

Una política que algunos planificadores proponen en zonas donde existen problemas de congestionamiento, es aumentar la capacidad vial, es decir, incrementar el número de carriles, puentes, túneles, etc. Sin embargo, este tipo de políticas solamente provocaría una demanda inducida en las vialidades, ya que, al incrementar el número de carriles, aumentara el número de personas que los utilicen y en lugar de reducir las externalidades, únicamente se agrava el problema. Por ello, se recomienda reducir la demanda del transporte, mediante el uso de suelo mixto (calles completas sin vehículos estacionados en carriles laterales), un uso eficiente de la red vial (horas flexibles de tráfico, y principalmente desincentivar el

uso del vehículo particular acompañado de un desarrollo orientado al transporte público.<sup>1</sup>

### **3.1. Las externalidades en el transporte**

Como ya se mencionó, existen externalidades que afectan los desplazamientos dentro del territorio urbano. El fenómeno más común que ocurre en las ciudades es la congestión vial, que provoca pérdidas de tiempo no remunerados a los usuarios, tanto de transporte público como privado, no obstante otro factor, abordado en menor medida es la contaminación que se genera de las unidades de transporte y que genera deterioros en la salud de la población. Aunque hasta ahora solamente hemos abordado externalidades negativas al transporte, debe aclararse que no todas tienen esa función.

#### **3.1.1. Externalidades positivas**

Las externalidades positivas al transporte tienen que ver, por un lado, la productividad de las empresas, beneficiadas por la existencia de infraestructura, servicios de transporte tanto de mercancías como de personas, que pueden influir en el conjunto de las empresas, también hacen referencia al ahorro de tiempo que los usuarios de un servicio regular generan para los demás viajeros al utilizarlo (Gallez y Kaufman, 2011). Al utilizar favorablemente estas externalidades, la competitividad de una ciudad frente a otra queda en una posición propicia para centrar la actividad económica en una urbe y situándose como fuerzas centrípetas de aglomeración. Con respecto a la movilidad urbana, cuando las ciudades cuentan con atractivas ofertas de servicios de transporte e infraestructura, se reducen los

---

<sup>1</sup> Sobre estas consideraciones acerca el transporte se tomó en cuenta la conferencia de “Políticas públicas de movilidad urbana sustentable” expuesta por Armando Crotte,

tiempos de traslado de los usuarios, beneficiándose al desplazarse de manera más rápida y ágil desde un punto de origen a un destino.

### **3.1.2. Externalidades negativas**

Dentro del sector del transporte, es frecuente la presencia de externalidades negativas, mismas que si no son tratadas adecuadamente pueden trasladarse a otros sectores de la ciudad y, por tanto, a la sociedad misma, lo cual puede afectar directamente la “competitividad”<sup>2</sup> de la ciudad al traducirse en fuerzas centrifugas que disipen la actividad económica hacia otra ciudad o región. Otra externalidad negativa pueden ser las barreras institucionales que impiden la planificación del transporte, barreras que son impuestas por algunos gobiernos en diferente escala (regional, municipal, etc.), por el hecho de que la planificación no esté dentro de sus planes de desarrollo (Carpio, Martínez y Lamíquiz, 2014).

La externalidad negativa más notable en muchas ciudades del mundo y, principalmente de América Latina, es la congestión. Este fenómeno (conceptualmente definido en el primer apartado) puede producirse cuando cada usuario prevé el costo monetario de utilizar su vehículo particular y el tiempo que empleará en el viaje, sin considerar que al utilizarlo, el tránsito será más lento para los otros usuarios. La congestión suele afectar el comportamiento productivo de las empresas y los ciudadanos, al incrementar el tiempo de traslado de mercancías, información y mano de obra.

---

<sup>2</sup> La competitividad es puesta entre comillas bajo el supuesto que las ciudades no compiten, únicamente lo hacen las empresas

## **4. Enfoques teóricos de la movilidad**

### **4.1. Enfoque neoclásico**

Bajo el enfoque neoclásico, existe mayor literatura disponible para documentar los problemas del transporte y la movilidad. El principal objetivo de esta corriente es estudiar la maximización de beneficios y la minimización de costos utilizando modelos de optimización y equilibrios. Se investigan las relaciones entre la localización de los puestos de trabajo, las viviendas, y como afectan a los patrones de desplazamientos. Se consideran también las redes de transporte con conjuntos de orígenes y destinos. Si bien es el enfoque sobre el cual se han abordado mayormente los problemas de transporte, se utilizan herramientas tecnológicas como los SIG (aunque pueden utilizarse en otros enfoques) y se toman en cuenta factores que otras corrientes omiten como el congestionamiento, las estrategias de los viajeros, redes de transporte, etc.

Los postulados de esta teoría carecen de un posicionamiento crítico y con limitantes en sus resultados al conseguir siempre el equilibrio que buscan o afirmar que se conseguirán en el largo plazo. La gran mayoría de los trabajos expuestos bajo un enfoque neoclásico, utilizan modelos de eficiencia de Pareto y de equilibrio para tratar de llegar a un balance entre los sistemas de transporte, la localización de las viviendas y los puestos de trabajo (Yang y Huang, 2011). La frontera de la eficiencia de Pareto se deriva de tres tipos de regulación y estrategias, a saber, el retorno de la producción y el control de la cantidad, se analizan y se comparan. Tratan de explicar bajo ciertos modelos las funciones del duopolio que existe en el transporte y los modelos que relacionan el uso del suelo y el (Sherman L. Lewis III, 1998)

## 4.2. Teorías de localización

El análisis de los modelos de localización permite delimitar los aspectos fundamentales de los procesos de localización y establecer las relaciones principales entre sus variables. Estos modelos se enfrentan a limitaciones para explicar los procesos de localización en su totalidad, ya que, durante un proceso de simplificación existen variables que no se toman en cuenta para el modelo y pueden ser determinantes para algunos casos particulares; también algunos modelos tienen como objetivo obtener estructuras óptimas de localización, útiles para abordar problemas de planificación, pero los modelos no se construyen para explicar la realidad (Bustos, 1993).

Los resultados de los modelos están condicionados por los supuestos con los que son abordados. Un problema que se presentaba en las primeras *teorías de localización*, es que los supuestos, en su mayoría, eran utilizados por su conveniencia metodológica, y aunque sus resultados contaban con una coherencia lógica, carecían de tener relación con la realidad. Los modelos de localización surgen de los economistas que trataban de introducir la variable *espacio* a la *Teoría Económica* (Bustos, 1993).

Alfred Weber es considerado como el padre de la Teoría de la Localización Industrial, debido a sus trabajos dirigidos a la elaboración de leyes de localización que pudieran ser contrastadas con la realidad. Dentro de sus trabajos se supone que el objetivo de los empresarios es elegir una localización óptima, donde se minimicen los costos de producción y, principalmente, los de transporte. Su modelo se compone de tres factores esenciales: las fuerzas de aglomeración, los costos de mano de obra y los costos de transporte. Estos factores tienen la finalidad de eliminar algunas complejidades del mundo real.

El principal factor de localización en el modelo de Weber son los costos de transporte, ya que al buscar el lugar óptimo de producción, debe ser el que permita minimizar los costos de transporte totales, incluyendo los costos de distribución y el suministro de materias primas. En la actualidad existen discusiones sobre el factor

de transporte en el modelo de Weber, debido a que existen sustituciones de materias primas por insumos de básicos que reducen las limitaciones de transporte y de localización; también el desarrollo de nuevas tecnologías de transporte, como vehículos de alta capacidad.

### **4.3. Nueva Geografía Económica**

Los fundamentos de la Nueva Geografía Económica (NGE), se vinculan con la teoría económica neoclásica, principalmente con la búsqueda de la maximización del beneficio económico individual, su principal figura teórica es Paul Krugman. Se reconsideran los modelos espaciales elaborados por Von Thünen, Weber, Christaller y Lösch. Krugman logra modelizar la relación entre competencia imperfecta y rendimientos decrecientes (limitaciones que se presentaban dentro de un escenario de competencia perfecta y rendimientos crecientes).

Krugman realiza su análisis a partir de la interacción entre las fuerzas que promueven la concentración (centrípetas) como los mercados laborales, los encadenamientos hacia atrás y hacia adelante y algunas externalidades tecnológicas, y las fuerzas que debilitan la concentración (centrifugas) como la renta del suelo, los factores inmóviles y otras externalidades negativas como la congestión o la contaminación. Para poder hacer verificable su método, realiza un modelaje matemático en donde escoge solo un atributo de cada lado de las fuerzas centrípetas y centrifugas (Krugman, 1997).

La simplificación de la interacción entre los elementos de las fuerzas centrípetas y centrifugas le permite incorporar los costos de transporte en forma natural, esto quiere decir que mientras más bajos sean los costos, mayor será el peso de las fuerzas centrípetas y viceversa. El modelo *centro - periferia* de Krugman muestra la forma en la que las interacciones entre los rendimientos crecientes de la empresa, los costos de transporte y la demanda determinan la estructura económica espacial.

Con lo que intuye que se puede cubrir el mercado desde una localización única si las economías de escala se relacionan con los costos de transporte, además de que la localización se realizara en el punto con mayor demanda para minimizar los costos de transporte (Krugman, 1997).

### **4.3. Enfoque critico**

Marx establece una distinción concerniente a la esfera del transporte, el servicio impersonal (transporte de personas) y el transporte de mercancías, este último es el que agrega valor o eleva el valor de cambio de las mercancías, y por lo tanto, es una actividad productiva. El punto clave sobre el que Marx aborda el asunto del transporte es cuando se refiere a la relación entre obreros productivos o asalariados y el capitalista, que es una relación absolutamente igual que en las demás ramas de producción material, entonces, cuando se refiere al transporte de personas, se puede concebir como un simple servicio. Sin embargo la relación entre los compradores y vendedores de este servicio de transporte, no presenta una diferencia cualitativa entre la relación que tienen los obreros productivos y el capital, ni tampoco, con la relación que tendrían los compradores y vendedores de hilados (Enguita, 1985).

Marx no profundizo en el tema del transporte de personas, por lo que se le diferencia con el transporte de mercancías en que es únicamente un servicio, dejando un problema en determinar si un servicio es un valor de uso y si con ello basta o tiene que ser un valor de uso incorporado a un objeto. A pesar de ello, dejo muy claro que la relación entre el capitalista que ofrece el servicio del transporte y el comprador que paga por usar dicho servicio no se distancia de la relación que se tiene con un capitalista de producción material.

Respecto a la actividad del transporte Marx (1885: 117) explica lo siguiente:

Las masas de productos no aumentan por el hecho de ser transportadas. Y aunque sus cualidades naturales puedan cambiar por efecto del transporte, esto no constituye, con ciertas excepciones, un efecto útil deliberado, sino un mal inevitable. Sin embargo, el valor de uso de las cosas sólo se realiza con su consumo y éste puede exigir su desplazamiento de lugar y, por tanto, el proceso adicional de producción de la industria del transporte. Por consiguiente, el capital productivo invertido en ésta añade valor a los productos transportados, unas veces mediante la transferencia de valor de los medios de transporte y otras veces mediante la adición de valor que el trabajo de transporte determina. Esta última adición de valor se descompone, como ocurre siempre en la producción capitalista, en dos partes: una es la que repone los salarios, otra es la plusvalía...

Con esto, Marx deja claro que el transporte es considerado una actividad productiva que añade valor a las mercancías. El transporte de mercancías como productos terminados elaborados en un centro de producción a otro geográficamente alejado, representa el mismo fenómeno. El transporte de los productos de un centro de producción a otro va seguido por el de los productos terminados del centro de producción al centro de consumo, como un eslabonamiento hasta que las mercancías son consumidas (realizadas). En tanto no se realice este movimiento, el producto no estará en condiciones de ser consumido.

El régimen capitalista de producción disminuye los gastos de transporte para cada mercancía al desarrollar los medios de transporte y comunicación y mediante la concentración de esa actividad. Aumenta la parte del trabajo social, vivo y materializado, que se invierte en el transporte de mercancías, en primer lugar al transformar en mercancías la mayor parte de los productos y en segundo lugar al sustituir los mercados locales por otros más alejados. La circulación, es decir, el movimiento de las mercancías en el espacio, se traduce en el transporte de las mercancías. La industria del transporte forma, por una parte, una rama independiente de producción y, por tanto, una base especial de inversión del capital productivo. Por otra parte, se distingue por el hecho de manifestarse como la continuación de un proceso de producción dentro del proceso de circulación y para éste.

Harvey trata de llenar estos “huecos” de la teoría marxista. Bajo este enfoque es posible tener una noción más clara sobre los problemas de la movilidad urbana, principalmente porque nos da a entender que los factores de localización están determinados por el capital; asimismo, la disponibilidad que tienen los trabajadores de vender su fuerza de trabajo, está siempre sujeta a las decisiones del capital, obligando a los trabajadores a seguir al capital a donde quiera que este se dirija, contrario a lo que se afirma en la teoría neoclásica, en donde el trabajador es siempre libre de vender su fuerza de trabajo.

La fuerza de trabajo es una mercancía, es la única que puede llegar al mercado por sus propios pies y voluntad. Dentro de la teoría burguesa, el trabajador es libre de vender su fuerza de trabajo donde, cuando él quiera y a quien él decida. Harvey menciona que el trabajador es libre en un doble sentido, ya que por un lado, puede disponer de su fuerza de trabajo como su propia mercancía y, por otro lado, no tiene otras mercancías que ofrecer en venta. Entonces la mayoría de los trabajadores no tienen otra opción más que vender su fuerza de trabajo al capitalista con el fin de sobrevivir (Harvey, 1990).

La libertad del trabajador para moverse se convierte entonces, en lo contrario a lo expuesto en la teoría burguesa. El trabajador, en busca de empleo y un salario para vivir se ve obligado a seguir al capital a donde quiera que este fluya. Los salarios proporcionan los medios para coordinar los movimientos de los trabajadores conforme a los requerimientos del capital. En la medida en que el trabajador tenga más libertad para moverse, más facilidades tendrá el capital de adoptar nuevos procesos de trabajo y aprovechar las situaciones superiores.

Entonces Harvey menciona que la libre movilidad geográfica de la fuerza de trabajo puede considerarse como una condición necesaria para la acumulación del capital. Las condiciones en las que vive el ejército industrial de reserva es un motivo de la lucha de clases, debido a que resulta problemático decidir quién asume el

costo y cómo puede el capital mantener su acceso a las reservas de trabajo (Harvey, 1990).

Ahora, gracias a los aportes de Harvey, podemos entender que la fuerza de trabajo es una mercancía o la única mercancía que se produce fuera de las relaciones de producción directamente capitalistas. Como mercancía, la movilidad de esta fuerza de trabajo, se ve obstaculizada por las decisiones de los capitalistas de mantener en su lugar a las reservas de trabajo. El limitante de esta teoría es que no desarrolla en problema del transporte a profundidad. Tampoco se cuenta con literatura reciente que sea abundante y esto puede limitar un análisis crítico.

## **Capítulo 2. *Descripción y análisis de la movilidad dentro de la ZMVM***

## **Introducción**

En este capítulo se dan a conocer, en primera instancia, algunos de los antecedentes históricos sobre la movilidad urbana en la ZMVM, estudiando la estructura urbana y la situación económica de la región para mantener un panorama claro sobre la situación y las condiciones actuales de movilidad urbana, enfocada principalmente en la fuerza de trabajo del sector industrial, comercial y de servicios. También se abordan las condiciones actuales de los patrones en los viajes de las delegaciones y municipios para conocer la situación actual.

Posteriormente se presentan datos e indicadores sobre la relación que tiene la movilidad con la estructura económica de la zona, con la finalidad de identificar los principales centros atractores de movilidad (laboral principalmente) e identificar los patrones de viajes entre las delegaciones y municipios dentro de la zona, para determinar las regiones en las que se concentra la movilidad y estudiar el grado de causalidad que tenga con las actividades económicas anteriormente mencionadas.

## **1 Antecedentes de la movilidad en la ZMVM**

La movilidad urbana en México es un fenómeno que no puede desligarse de la base productiva del país. Como se mencionó en el capítulo anterior, la movilidad está ligada con las actividades productivas en las que participa la mano de obra (en esencia, los trabajadores que tienen la necesidad de trasladarse desde su lugar de residencia a sus puestos de trabajo), por ello, el enfoque de esta investigación se ubica en la movilidad de los trabajadores que se desempeñan dentro del sector manufacturero, de servicios y comercial dentro de la ZMVM.

Para tener una visión de la forma en la que opera actualmente la movilidad urbana en la ZMVM, resulta necesario conocer algunos de los antecedentes sobre la metropolización que ha tenido la ciudad de México, ya que las necesidades de movilidad han sido notables desde que ocurre el proceso de metropolización y expansión urbana en la ciudad. Esta expansión urbana se vio acelerada por un proceso de acumulación de capital, industrial en su mayoría, que ha provocado que el crecimiento urbano desbordara los límites del Distrito Federal, dando como resultado que las delegaciones centrales perdieran cierto peso poblacional, mientras que delegaciones como Azcapotzalco, Iztacalco e Iztapalapa, junto con municipios como Naucalpan, Tlalnepantla y Ecatepec absorbieran importantes grupos de familias sobre todo de escasos recursos económicos durante las décadas de 1950 y 1960, (Navarro, 1988).

Durante la década de 1940 se perfila la estructura urbana de la ciudad, la zona central se destina a las actividades comerciales y el capital financiero (bancos e instituciones crediticias) y se mantiene como centro del poder administrativo y político a nivel nacional. Las áreas aledañas al centro se sectorizan, albergando en los sectores norte y sur a obreros fabriles, en el sector oriente se realizan actividades de distribución e intercambio, mientras que en los sectores del poniente y sur poniente se vuelven zonas residenciales de clase burguesa y clase media. Durante la década de 1970, la Ciudad de México consolida su carácter metropolitano, el Área Metropolitana concentra el 48% de la producción bruta total industrial del país, el

47.4% del personal ocupado (407,005 trabajadores) y el 29.9% de los establecimientos (24,624), (Navarro, 1988).

Principalmente durante los años 80's las características del mercado del suelo y la sobrepoblación trajeron como consecuencia asentamientos informales dispersos en la mancha urbana, generando diversos patrones como: a) alta concentración de población en áreas de bajos recursos, b) asentamientos masivos en la zona oriente, inicialmente con muy baja densidad, c) asentamientos masivos de baja densidad ubicados en las zonas industriales al norte y en zonas de la parte sur oriente, d) asentamientos masivos de densidades medias en la zona externa norponiente. (Navarro, 1988).

## **2 El Sistema de Transporte Urbano**

Durante la década de 1960 se dio una crisis debido al esquema de transporte basado en autobuses y automóviles. Los tiempos de recorrido aumentaban de manera proporcional al crecimiento de la mancha urbana y de la población. Parecían estar agotadas las posibilidades de una mayor explotación de la fuerza de trabajo transportista y de las unidades de transporte ya deterioradas, también parecía no haber forma de reestructuras las diferentes rutas, mismas que no ofrecían un servicio eficiente para el transporte colectivo de la ciudad.

Las tarifas establecidas por el gobierno se mantenían bajas, por lo cual no había incentivos para la inversión en transporte. Estos problemas de altos tiempos en los recorridos de la fuerza de trabajo (en especial de los obreros fabriles y de los empleados del sector terciario) suponían obstáculos en el proceso de producción y comercialización, sin mencionar el desgaste de la fuerza de trabajo, el sistema de transporte colectivo Metro encajaba entonces como una solución a estos problemas (Terrazas y Perciat, 1988).

Las principales críticas en ese entonces al esquema de autobuses y automóviles eran: a) un diseño radial de rutas, concentrando los congestionamientos en una

parte de la ciudad como en el centro histórico, b) el aumento en los tiempos de recorrido, debido a los trasbordos largos y recorridos irracionales para llegar de las zonas habitacionales a las fabriles, c) deterioro de las unidades de transporte y d) sobresaturación vial debido a la mezcla de flujos de vehiculares. También se sostenía que el aumento de automóviles se debía a la ineficiencia del sistema colectivo de transporte, lo que obligaba a ciertos pasajeros a optar por el automóvil como medio de transporte (Terrazas y Perciat, 1988).

A lo largo de esos años la expansión hacia la periferia se vio acelerada y aumentó la importancia del crecimiento de la población en las delegaciones periféricas y en los municipios conurbados del Estado de México. Esta situación provocó una pérdida de la importancia poblacional de las delegaciones centrales, en la zona central se incrementa la especialización en actividades comerciales, bancarias y administrativas, mientras que la población mayoritaria se concentraba hacia una periferia urbana cada vez más alejada. El aumento en número y distancia de los viajes diarios al interior de la ciudad se incrementó, consecuentemente, incrementó el tiempo en los traslados, sobre todo los realizados en transporte público (Navarro, 1988).

La construcción del metro buscaba resolver distintos problemas (ligados entre sí). Principalmente buscaba solucionar el problema del transporte masivo de personas; por otro lado, el objetivo era descongestionar el tráfico de vehículos en algunas de las principales avenidas del centro de la ciudad, con lo cual, se facilitaría el retiro de autobuses de las calles. La creación del Metro trajo cambios significativos en aquellos medios de transporte, se comenzó una reestructuración de las concesiones de rutas de autobuses urbanos, proponiendo una planeación de rutas de autobuses. Otro cambio fue que se generó una tendencia de un mayor control estatal sobre el proceso de planeación y operación de las empresas de transporte colectivo, negociaciones para el aumento de las tarifas y presiones para aceptar propuestas de rutas reticulares.

Lo anterior implicó una necesidad de por parte del gobierno, de articular el servicio de autobuses con el del Metro como ejes fundamentales del sistema de

transporte en la ciudad. Un choque de intereses provocó una ruptura en los servicios de transporte entre el Distrito Federal y el Estado de México. En el Estado de México se dio una determinación de rutas impuestas por los servicios del D.F., no obstante, por diferencias políticas, administrativas y financieras, la ruptura se manifestó como una interrupción de las rutas en los límites entre ambas entidades federativas (Navarro, 1988).

### **3 Método y medición de la movilidad**

#### **3.1. Causas de la movilidad**

Conforme aumenta la densidad de la ciudad, el uso del transporte público tiende a incrementar debido a dos razones: las vialidades que conectan el anillo intermedio hacia el centro de la ciudad comienzan a congestionarse, y conforme se intensifican se crean nuevas rutas de transporte y más alternativas de movilidad para la población. Por otra parte, conforme se densifica el centro de la ciudad existe cada vez menos espacio en las calles para poder estacionarse, principalmente en los alrededores del centro de la ciudad y de los centros de trabajo. Esto representa un problema debido a que actualmente los viajeros por automóvil encabezan el principal medio de transporte en la ciudad.

Los residentes de una ciudad realizan en promedio de 2 a 2.5 viajes por día, es decir, uno en la mañana con motivos de trabajo y escuela particularmente, otro de regreso a su hogar y un viaje intermedio con motivos personales. Estas características de los viajes muestran que el punto de partida matutino diario es la vivienda y el punto de destino por la tarde o noche es, de igual manera, la vivienda. La estructura social y económica del país ha condicionado un crecimiento anárquico y desequilibrado de las ciudades. Por ello existe una gran complejidad para determinar el rumbo que tiene el crecimiento de la ciudad, como se densificarían

algunas zonas de carácter industrial o comercial, o como decaerán zonas que se caracterizan por tener accesos congestionados.

### **3.2 Tiempos y horarios de traslado actuales**

Actualmente, dentro de la ZMVM, a un 15% de la población le lleva menos de media hora llegar a su destino por las mañanas, 16% tarda entre 30 y 60 minutos en llegar a su lugar de trabajo o estudio y el 69% tarda más de una hora en llegar a su destino (Bazant, 2011). Este tipo de situaciones ocurren en ciudades grandes o megalópolis como la Ciudad de México, este tipo de procesos tienen efectos inmediatos como congestionamientos y un incremento en los tiempos de traslados que son causados por la desarticulada estructura urbana y la predominancia del uso de automóviles sobre otros sistemas de transporte (Bazant, 2011).

En lo que se refiere a los horarios de traslados, de la población que transita por las mañanas, 23% lo hacen antes de las 7 a.m., 26% lo hacen de 7 a 9 a.m., 38% después de las 9 a.m. y el restante 13% camina a sus destinos sin utilizar un medio de transporte (Bazant, 2011). Estos porcentajes muestran que el 49% de la población se desplaza a su trabajo o escuela antes de las 9 a.m., lo cual puede significar que representan a los asalariados que trabajan en puestos del sector formal con horarios fijos y estudiantes que entran a las escuelas. Las personas que se trasladan después de estos horarios pueden categorizarse dentro del comercio informal o dentro de los comercios que abundan en las zonas céntricas de la ciudad.

### 3.2.1 Determinación de centros económicos

Para el análisis de esta investigación, se considera el periodo de año 1999 a 2014; para ello, se consultaron los censos económicos correspondientes a los años 1999, 2004, 2009 y 2014 de INEGI. Como región geográfica para esta investigación, se tomó la ZMVM, estudiada a nivel municipal. Con este nivel de análisis es posible visualizar gráficamente los principales centros económicos dentro de la región, además de realizar un análisis exploratorio de los datos.

Para ubicar geográficamente los centros económicos atractores de movilidad, el método fue localizarlos a partir de las actividades económicas de la industria, comercio y servicios dentro de la ZMVM, para ello se estudió la población ocupada correspondiente a cada actividad a nivel municipal, con dichos datos se calculó la participación relativa de población ocupada para cada censo económico. Una vez calculadas las variables, se utilizaron los Sistemas de Información Geográfica (SIG) para ubicar geográficamente las variables y visualizarlas en mapas.

Con la utilización de los SIG se pueden ubicar visualmente las aglomeraciones espaciales de los datos. Con base en la *población ocupada total (POT)* de cada actividad económica podemos ubicar los clusters generados espacialmente y conocer si existe dependencia espacial de los datos. Una vez ubicados los centros económicos, se consultaron datos de la Encuesta Origen y Destino de INEGI, para conocer el patrón de los viajes realizados en la región, y así observar si los principales destinos de los trabajadores están determinados o tienen alguna relación con los centros económicos.

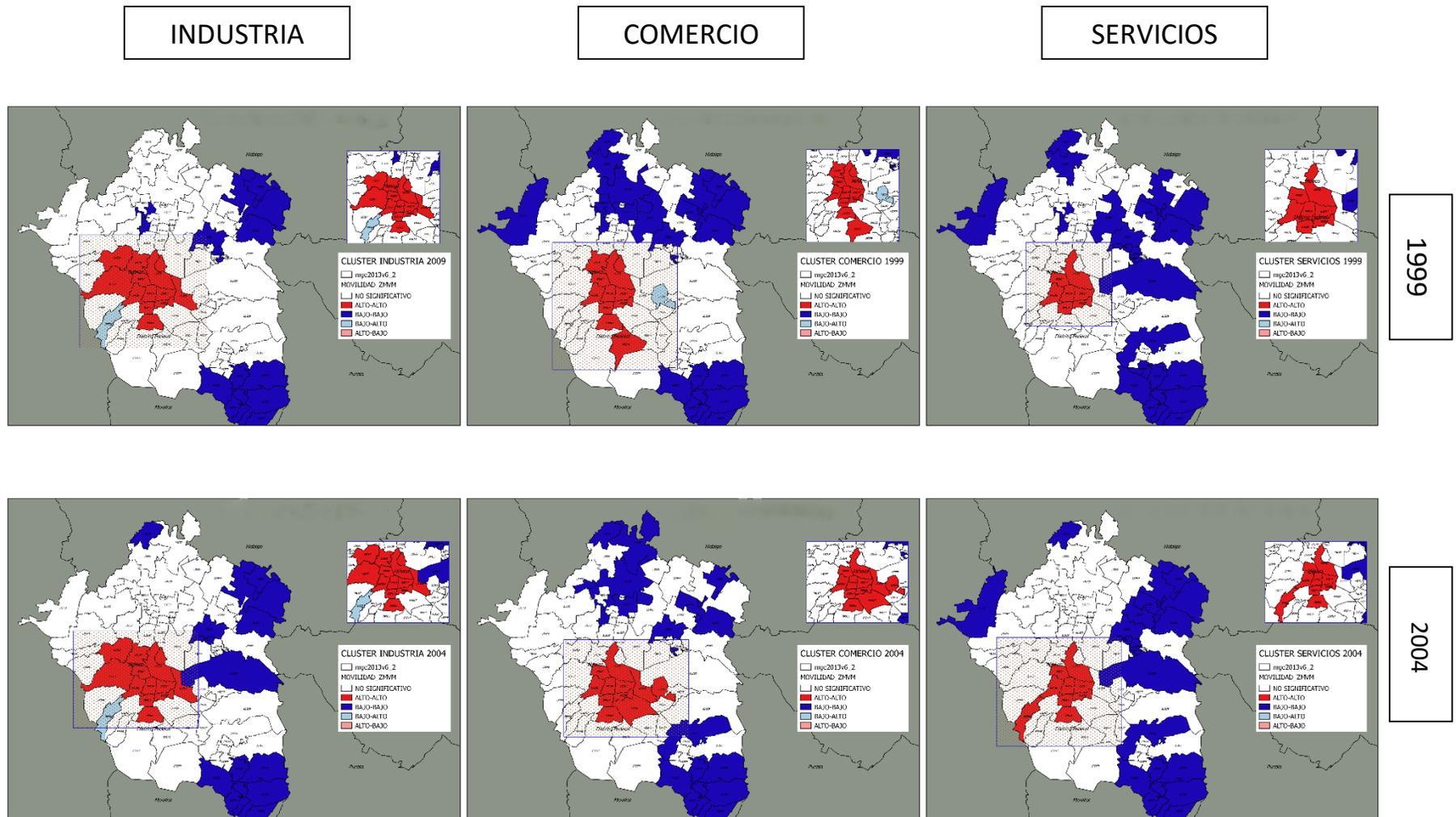


Cobertura Geográfica: La ZMVM está conformada por las 16 delegaciones del Distrito Federal, 59 municipios del Estado de México y un municipio del Estado de Hidalgo. El área de estudio para esta investigación se puede observar en la Figura 2.1, donde se muestra la ZMVM a nivel municipal, en el mapa se pueden apreciar todos los municipios que conforman la zona con sus respectivos nombres. Sobre la cobertura geográfica que construimos anteriormente podremos visualizar los diferentes resultados de los cálculos hechos con las herramientas SIG, tales como la construcción de los centros económicos y de los patrones de viajes, con el fin de dar un análisis espacial al fenómeno de la movilidad. En algunos casos se podrán visualizar mapas con el nombre de cada municipio sobre su respectivo polígono en la cartografía, y en otros casos se encontraran con su respectiva clave municipal. Esto con motivo de que en los mapas más pequeños no es posible ver el nombre de los municipios.

En las Figuras 2.2 y 2.3 se pueden apreciar los clusters obtenidos con los datos de población ocupada utilizando los datos de los censos económicos de 1999, 2004, 2009 y 2014, estos pueden ser clasificados como centros económicos que funcionan como centros atractores de movilidad, ya que la mano de obra tiene que trasladarse desde sus hogares a los puestos de trabajo que se encuentran en dichos centros.

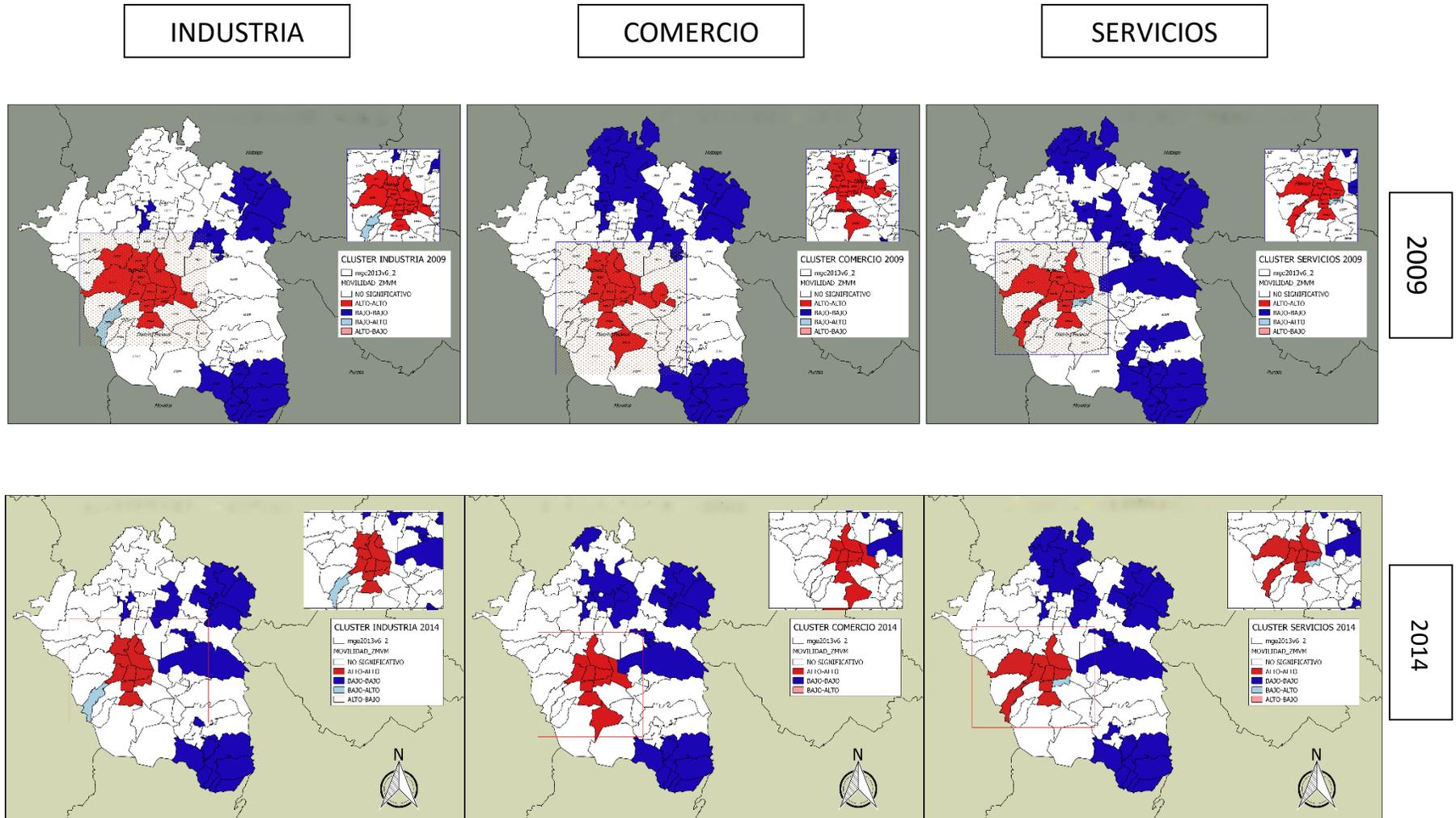
Como se mencionó anteriormente, la metodología utilizada para crear estos centros económicos, consiste en relativizar los datos de la POT por sector (industria, comercio y servicios), asociarlos a nuestra cartografía municipal y utilizando los SIG calculamos si existe dependencia espacial de los datos para visualizar clusters de población ocupada en los municipios del mapa. En las Figuras siguientes se pueden observar los clusters calculados con los cuatro cortes censales y por sector económico.

**Figura 2.2.** Centros económicos por sector económico 1999-2004



Fuente: Elaboración propia con base en: INEGI, Censo económico 1999 y 2004

**Figura 2.3. Centros económicos por sector económico 2009-2014**



Fuente: Elaboración propia con base en: INEGI, Censo económico 2009 y 2014

Lo que podemos observar en la figura anterior es que existen centros económicos por sector, los municipios coloreados en rojo, representan aquellos en donde existen conglomerados espaciales de los datos, en este caso de la población ocupada. Se muestra una concentración de población ocupada en los tres sectores, principalmente en las delegaciones Cuauhtémoc, Azcapotzalco, Benito Juárez, Gustavo A. Madero, Miguel Hidalgo, Iztacalco y Venustiano Carranza. Con estos resultados podemos definir a esta zona como un conglomerado espacial de la variable de población ocupada, que a su vez, podemos definir como un centro atractor de movilidad con motivo de ir a trabajar.

En la Figura 2.2 se presentan diversas características de las cuales es importante señalar que los conglomerados espaciales se presentan, en su mayoría, en los mismos municipios y delegaciones, aunque pertenezcan a un sector económico distinto. También, si observamos cada uno de los cortes censales, podemos darnos cuenta de que los centros económicos no han cambiado significativamente a lo largo del tiempo, teniendo en cuenta que el primer corte es del año 1999 y el último del 2014, quiere decir que la estructura económica del espacio urbano no ha cambiado en quince años.

Existe una desorganización del espacio urbano, que provoca externalidades en el asunto de la movilidad, la conformación de los centros económicos en la ZMVM provoca externalidades como los congestionamientos viales, aunque en el siguiente apartado analizaremos los patrones de viajes en la zona, esto nos permitirá saber si en realidad los centros económicos identificados en este apartado funcionan como centros gravitacionales donde se encuentran los principales destinos de viajes de la ZMVM, o por el contrario, que aunque exista una gran concentración de personal ocupado en esos municipios, no son los principales centros atractores de movilidad y existan otros motivos de viajes.

### 3.2 Estructura y determinación de los viajes

Para determinar la estructura de la movilidad en la ZMVM, se requiere conocer los patrones de los viajes que se hacen dentro de la misma, ya que la forma de medir la movilidad es con el número de viajes que se realizan diariamente. Para poder trabajar con estos datos sobre movilidad se consultó de INEGI la Encuesta Origen Destino, que proporciona un estimado de los viajes que se realizan durante la semana, exceptuando sábados, domingos y periodos vacacionales. Lo primero que analizaremos en este apartado son los viajes que se realizan por motivos laborales, ya que es nuestro principal objeto de estudio de movilidad. Posteriormente abordaremos los diferentes motivos que tienen las personas para trasladarse dentro de la ZMVM, de los cuales también obtuvimos datos.

A continuación se presenta un cuadro donde se encuentran representados los números de viajes hechos en la ZMVM por lugar de origen, a manera de ranking, se presentan los 14 municipios con un mayor nivel de viajes por lugar de origen, sus características son: el nombre del municipio, su clave municipal, el número de viajes en valores absolutos, y el porcentaje de viajes realizados respecto al total que se realizan en toda la ZMVM (cuadro 2.1). De forma similar, también se presenta un cuadro de ranking de los principales viajes por destino que se realizan en la región, el cuadro presenta las mismas características (cuadro 2.2).

Estos cuadros proporcionan información que podemos contrastar con nuestros datos de los centros económicos, principalmente para conocer si existe algún tipo de relación entre los patrones de desplazamientos como los principales destinos de los viajes de los trabajadores con la ubicación de los centros económicos. En caso de que exista esta relación, podríamos asumir que la ubicación de los centros económicos o la existencia de dichas aglomeraciones espaciales, determinan la movilidad urbana en la ZMVM, y siendo el caso, puede ser una característica que podemos incluir en un modelo de movilidad.

**Cuadro 2.1.** Ranking de movilidad por lugar de origen

Puesto	Municipio	Clave de entidad	Número de viajes	Participación relativa de los viajes
1	Iztapalapa	09007	2115244	9.823
2	Gustavo A. Madero	09005	1436233	6.670
3	Álvaro Obregón	09010	971498	4.511
4	Coyoacán	09003	890681	4.136
5	Tlalpan	09012	887198	4.120
6	Cuauhtémoc	09015	674667	3.133
7	Benito Juárez	09014	640273	2.973
8	Azcapotzalco	09002	540314	2.509
9	Venustiano Carranza	09017	507984	2.359
10	Miguel Hidalgo	09016	501238	2.327
11	Iztacalco	09006	471786	2.191
12	Xochimilco	09013	468251	2.174
13	Tláhuac	09011	371091	1.723
14	La Magdalena Contreras	09008	294361	1.367

Fuente: Elaboración propia con base en: INEGI, Encuesta Origen Destino

**Cuadro 2.2.** Ranking de movilidad por lugar de destino

Puesto	Municipio	Clave de entidad	Número de viajes	Participación relativa de los viajes
1	Azcapotzalco	09002	503711	3.924
2	Coyoacán	09003	878009	6.841
3	Cuajimalpa de Morelos	09004	208360	1.623
4	Gustavo A. Madero	09005	1343577	10.46
5	Iztacalco	09006	458009	3.568
6	Iztapalapa	09007	2034447	15.85
7	La Magdalena Contreras	09008	290971	2.267
8	Milpa alta	09009	92975	0.724
9	Álvaro Obregón	09010	953410	7.429
10	Tláhuac	09011	361028	2.813
11	Tlalpan	09012	876606	6.830
12	Xochimilco	09013	462850	3.606
13	Benito Juárez	09014	626363	4.880
14	Cuauhtémoc	09015	652269	5.082

Fuente: Elaboración propia con base en: INEGI, Encuesta Origen Destino

Con base en los datos del Cuadro 2.2, observamos que los principales destinos de los viajes que se realizan en la ZMVM, son delegaciones como Azcapotzalco, Coyoacan, Cuajimalpa, Gustavo A. Madero, Iztapalapa, Cuautemoc y Miguel Hidalgo. Estas delegaciones forman parte del centro economico que obtuvimos previamente, y, un dato curioso es que la delegacion Gustavo A. Madero concentra mas del 10% de los viajes realizados, esto significa que el 10% del total de los viajes realizados en toda la ZMVM, tienen como lugar destino esa delegacion, que, si observamos nuestros mapas de clusters se caracteriza por ser un importante centro industrial y comercial.

Hasta este momento podemos concluir, con los datos que hemos presentado hasta ahora, que la movilidad urbana o gran parte de ella, esta determinada por la existencia de concentracion económica en los centros economicos que atraen mano

de obra dispuesta a vender su fuerza de trabajo. El problema que podemos percibir, es que existe una estructura muy concentrada de las actividades economicas dentro de la region, con esto nos referimos a que existe una estructura sectorial muy aglomerada en el espacio urbano que propicia los problemas de movilidad que analizaremos mas adelante, aunque , cabe señalar que por el momento estamos omitiendo variables como el numero de vehiculos que transitan por la region y las principales avenidas por las que se desplaza la poblacion.

Contrastando los resultados de las tablas anteriores con la teoria que se ha presentado hasta ahora, podemos concluir hasta este punto que, las delegaciones y municipios centrales de la ZMVM concentran gran parte de los puestos de trabajo hacia donde la poblacion tiene que trasladarse. Si existe una concentracion de puestos de trabajo en esa zona, entonces la concentracion del capital y un considerable numero de empresas se encuentran localizadas en esa zona, por lo tanto, el patron de los viajes esta determinado por las decisiones que tienen las empresas y el espacio geografico sobre el que deciden mover el capitL.

Los datos sobre movilidad que hemos presentado hasta el momento no contemplan aún los viajes intra-municipales que realiza la poblacion. Ya que estudiamos la movilidad de la fuerza de trabajo, es necesario conocer sus patrones de desplazamiento, en esta parte del analisis vamos a observar a la poblacion ocupada que declara vivir en cierto municipio, pero que se desplaza a otro para trabajar. Estos datos fueron obtenidos de CONAPO, 2010 y estan representados en el cuadro 2.3.

**Cuadro 2.3.** Ranking municipios que exportan mayor porcentaje de mano de obra

LUGAR	MUNICIPIO	Población 2010	Trabaja en otros municipios (%)	trabaja en otros municipios (personas)
1	Nicolás Romero Ecatepec de	366602	7.9	28961.558
2	Morelos	1656107	1.5	24841.605
3	Ixtapaluca	467361	4.3	20096.523
4	Nezahualcóyotl Tlalnepantla de	1110565	1.8	19990.17
5	Baz	664225	2.8	18598.3
6	Cuautitlán Izcalli	511675	3	15350.25
7	Zumpango	159647	9.1	14527.877
8	Chimalhuacán Naucalpan de	614453	2.3	14132.419
9	Juárez	833779	1.6	13340.464
10	Tultitlán	524074	2.4	12577.776
11	Tecámac	364579	3.4	12395.686
12	Iztapalapa	1815786	0.6	10894.716
13	Valle de Chalco Solidaridad Gustavo A.	357645	2.9	10371.705
14	Madero	1185772	0.8	9486.176
15	Hueypoxtla	39864	22.6	9009.264

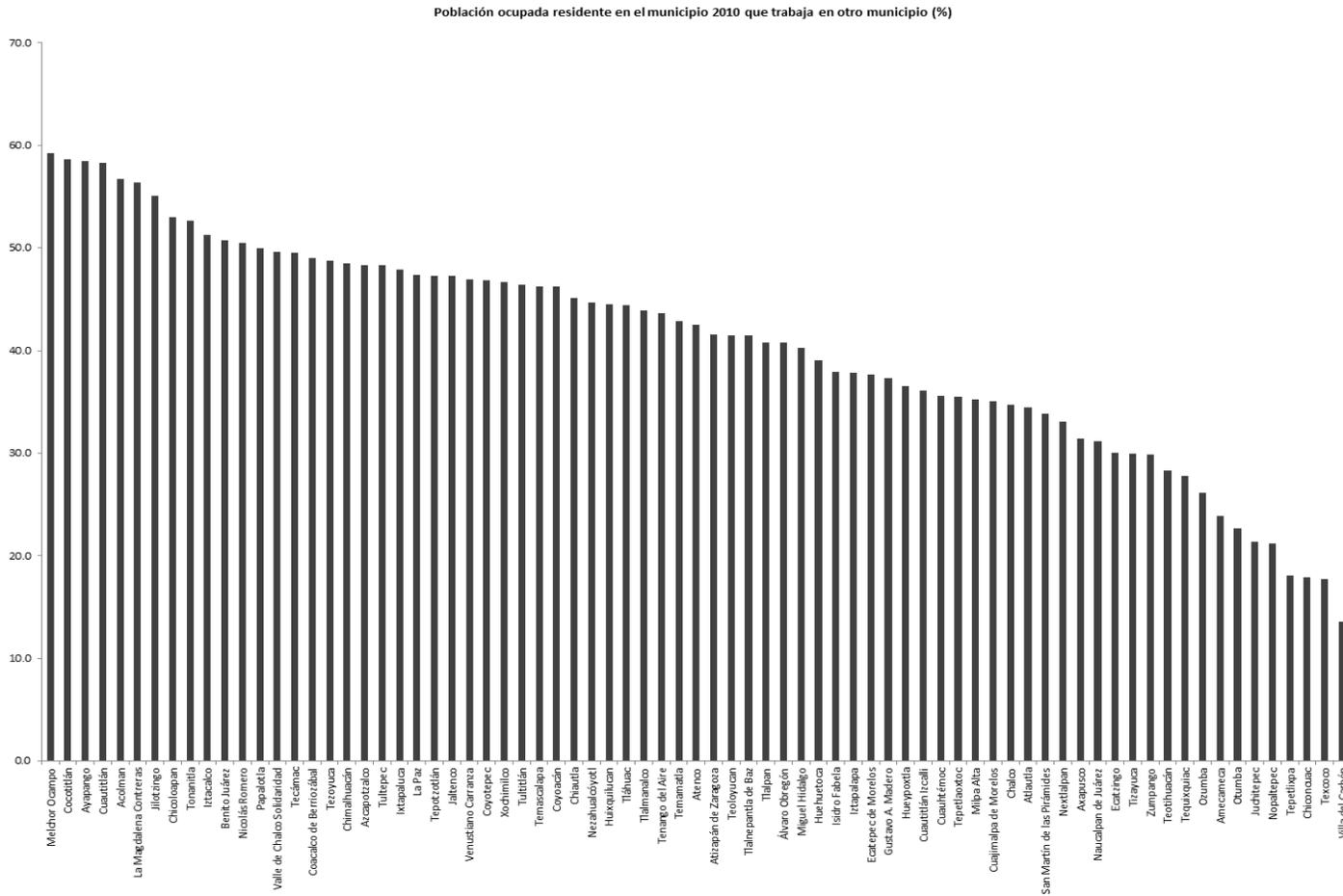
Fuente: Elaboración propia con base en: CONAPO 2010

En el cuadro anterior se puede observar que los municipios y delegaciones que exportan mayor número de mano de obra a los centros económicos, dichos municipios se ubican en las zonas periféricas de los centros económicos previamente localizados. Aunque otros municipios que están relativamente alejados de los centros económicos, la cantidad de trabajadores que tienen que trasladarse

a sus puestos de trabajo en los centros económicos es menor, aunque no significa que la población que reside lejos de los centros económicos tiene un papel poco significativo, solo estamos observando que la característica principal en cuanto a movilidad que tienen los municipios que rodean a los centros económicos, es que su población ocupada se tiene que trasladar a otro municipio para realizar algún trabajo, aunque sea precipitado asegurarlo, podríamos afirmar que sus principales destinos son las delegaciones centrales.

Lo anterior también puede ser visto en la siguiente grafica (figura 2.4) que representa los municipios que exportan mayor mano de obra que los centros económicos. El municipio que exporta un mayor número de trabajadores es Melchor Ocampo, ya que cerca del 60% de su población necesita trasladarse a otro municipio para poder trabajar.

**Figura 2.4.** Municipios que exportan mayor porcentaje de mano de obra



Fuente: Elaboración propia con base en: CONAPO 2010

La grafica anterior muestra a las delegaciones y municipios en donde la población declaró que trabaja en un municipio diferente al lugar en donde vive. Los municipios que presentan los niveles más bajos se localizan alejados del centro económico, aunque esto se debe a la cantidad de población que reside en ellos. Los índices más elevados se encuentran alrededor de la periferia del centro económico.

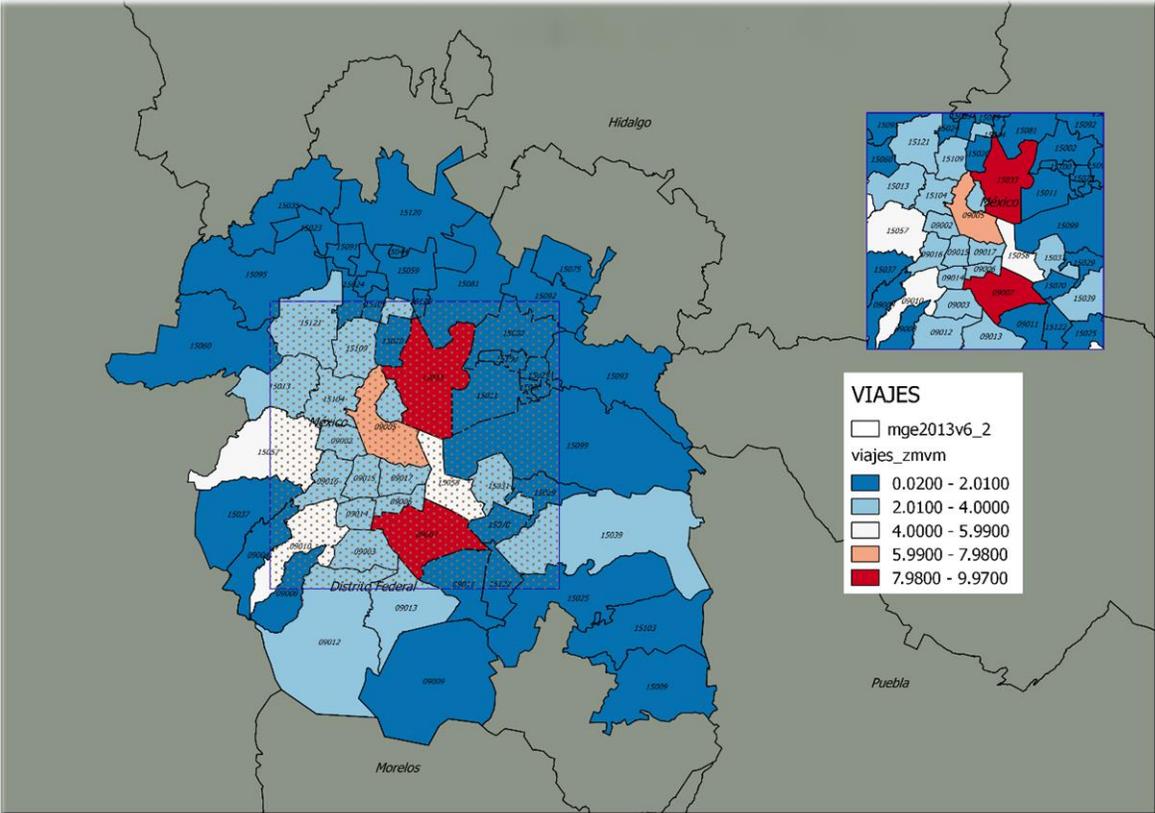
**Cuadro 2.4.** Motivos de viajes realizados en la ZMVM

Municipio	Clave de entidad	Trabajo	Casa	Estudiar	Comprar	Llevar o recoger a alguien	Diversión	Relacionado con el trabajo	Ira comer	Trámite	Otros
Azcapotzalco	09002	2.38	3.12	2.35	2.17	2.77	1.96	2.72	3.12	1.91	2.99
Coyoacán	09003	3.88	5.06	3.83	3.22	4.74	4.89	5.09	8.55	4.21	4.18
Cuajimalpa de Morelos	09004	0.92	1.29	1.11	1.09	1.13	0.51	0.56	0.86	1.08	1.05
Gustavo A. Madero	09005	6.61	8.44	6.35	5.07	6.59	6.38	7.99	5.08	5.80	6.23
Iztacalco	09006	2.22	2.75	2.03	1.98	1.86	1.55	2.78	2.70	1.48	2.27
Iztapalapa	09007	9.96	12.0	9.07	7.46	10.0	8.53	15.7	7.85	9.72	10.2
La Magdalena Contreras	09008	1.39	1.66	1.28	0.82	1.64	1.50	2.01	2.50	0.95	1.14
Milpa Alta	09009	0.46	0.57	0.51	0.43	0.21	0.18	0.39	0	0.21	0.35
Álvaro Obregón	09010	4.27	5.56	4.81	4.00	5.55	4.24	2.95	6.37	3.15	4.03
Tláhuac	09011	1.76	2.18	1.91	1.48	1.26	1.17	1.08	1.38	2.30	1.23
Tlalpán	09012	3.72	5.01	4.49	2.99	5.30	4.62	4.47	4.95	4.10	4.30
Xochimilco	09013	2.06	2.80	2.42	1.93	2.18	1.56	1.22	1.04	2.21	1.69
Benito Juárez	09014	2.72	3.40	2.46	2.60	3.59	4.57	5.77	9.61	3.24	3.47
Cuauhtémoc	09015	2.98	3.81	2.96	2.53	3.45	3.40	5.71	4.48	3.41	2.90
Miguel Hidalgo	09016	2.22	2.75	2.02	2.04	2.60	2.39	3.67	4.01	2.32	3.06
Venustiano Carranza	09017	2.39	2.91	2.13	1.83	2.46	1.54	2.65	1.58	2.44	2.87
Acolman	15002	0.37	0.12	0.40	0.33	0.39	0.42	0.11	0.14	0.60	0.68
Amecameca	15009	0.13	0.05	0.21	0.14	0.06	0.05	0.12	0	0.15	0.08
Atenco	15011	0.18	0.08	0.32	0.29	0.17	0.32	0.02	0	0.31	0.30
Atizapán de Zaragoza	15013	2.68	0.77	3.08	2.86	2.73	2.21	1.53	3.96	1.97	2.68
Coacalco de Berriozábal	15020	1.74	0.47	1.87	1.50	1.92	1.43	1.61	1.92	3.11	2.34
Coyotepec	15023	0.11	0.03	0.14	0.02	0.02	0.03	0.04	0	0.03	0.06
Cuautitlán	15024	0.56	0.17	0.70	0.47	0.67	0.87	0.52	0.34	0.80	0.30
Chalco	15025	1.08	0.24	0.95	0.96	0.49	0.54	0.39	0.49	0.57	0.93
Chiautla	15028	0.06	0.03	0.14	0.14	0.09	0.11	0.02	0.18	0.03	0.02
Chicolapan de Juárez	15029	1.09	0.21	0.84	0.86	1.11	0.74	0.84	1.30	1.21	1.53
Chiconauac de Juárez	15030	0.01	0.02	0.10	0.08	0.06	0.16	0	0.15	0.02	0.12
Chimalhuacán	15031	2.36	0.45	1.81	1.48	1.46	2.68	1.60	0.62	2.30	1.66
Ecatepec de Morelos	15033	8.49	2.07	8.25	5.95	6.41	7.51	4.43	3.88	7.85	7.13
Huehuetoca	15035	0.24	0.07	0.30	0.37	0.13	0.15	0.10	0.05	0.19	0.39
Huixquilucan	15037	1.08	0.35	1.39	1.27	1.02	1.54	0.54	1.20	0.93	0.74
Ixtapaluca	15039	2.08	0.49	1.97	2.03	2.06	2.83	1.85	1.01	3.19	2.26
Jaltenco	15044	0.13	0.01	0.05	0.16	0.01	0.26	0.29	0	0.26	0.24
Melchor Ocampo	15053	0.15	0.05	0.23	0.12	0.17	0.39	0	0	0.08	0.10
Naucaipan de Juárez	15057	4.03	1.01	4.04	3.51	4.18	3.94	3.66	5.82	3.16	4.24
Nezahualcoyotl	15058	5.53	6.73	5.07	7.75	3.75	6.79	4.93	2.61	4.89	4.14
Nextlalpan	15059	0.10	0.20	0.22	0.34	0.17	0	0.06	0	0.10	0.28
Nicolás Romero	15060	1.34	1.76	1.58	2.42	1.18	1.09	0.43	0.72	1.39	0.99
Papalotla	15069	0.02	0.04	0.03	0.05	0.05	0.06	0.02	0	0.10	0.00
La Paz	15070	0.97	1.29	0.96	1.48	1.42	0.63	1.14	0.11	1.67	1.15
San Martín de las Pirámides	15075	0.10	0.18	0.16	0.25	0.21	0.19	0.17	0.25	0.23	0.24
Tecámac	15081	1.67	2.14	1.71	2.61	1.91	3.14	0.72	1.09	1.28	1.73
Teoloyucan	15091	0.33	0.42	0.39	0.60	0.32	0.22	0	0.11	0.13	0.09
Teotihuacán	15092	0.16	0.32	0.26	0.40	0.42	0.36	0.33	0.10	0.36	0.22
Tepetitlaxtla	15093	0.10	0.14	0.10	0.15	0.17	0.13	0.20	0.11	0.11	0.14
Tepotztlán	15095	0.31	0.34	0.21	0.33	0.15	0.07	0.15	0	0.23	0.23
Texcoco	15099	0.97	1.43	1.42	2.18	1.16	1.11	1.21	1.25	0.87	0.93
Tezoyuca	15100	0.12	0.17	0.14	0.22	0.15	0.07	0.03	0	0.21	0.07
Tlalmanalco	15103	0.14	0.16	0.16	0.25	0.11	0.06	0.01	0.04	0.11	0.03
Tlanepantla de Baz	15104	3.65	4.86	3.68	5.64	3.77	4.12	3.69	3.79	6.21	3.55
Tultepec	15108	0.63	0.73	0.75	1.15	0.23	0.59	0.12	0.45	0.13	0.73
Tultitlán	15109	2.28	2.85	2.29	3.51	1.82	2.11	1.60	0.52	2.47	2.35
Zumpango	15120	0.60	0.99	0.61	0.94	1.26	0.88	0.09	1.65	0.40	2.00
Cuautitlán Izcalli	15121	2.63	3.44	2.52	3.86	2.57	2.72	2.07	1.83	3.16	2.62
Valle de Chalco Solidaridad	15122	1.53	1.42	0.83	1.27	0.26	0.21	0.32	0	0.33	0.43
Tonanitla	15125	0.04	0.06	0.09	0.14	0.04	0	0.05	0	0.03	0.02

Fuente: Elaboración propia con base en: INEGI Encuesta Origen Destino

Tal como se muestra en el Cuadro 2.4 existen diversos motivos por los cuales la población se desplaza dentro de la ZMVM, el cuadro representa el porcentaje diario de los viajes a nivel municipal por motivo de viaje. Sobresale el hecho de que los principales motivos por los que se desplaza la población son: el trabajo, la escuela y el hogar (este último entendido en el sentido de que al final del día el principal destino es el hogar de la población). Para poder visualizar claramente los principales destinos por motivos de trabajo, escuela y hogar podemos asociar los datos a nuestra cartografía, tal como se muestra en la Figura 2.5.

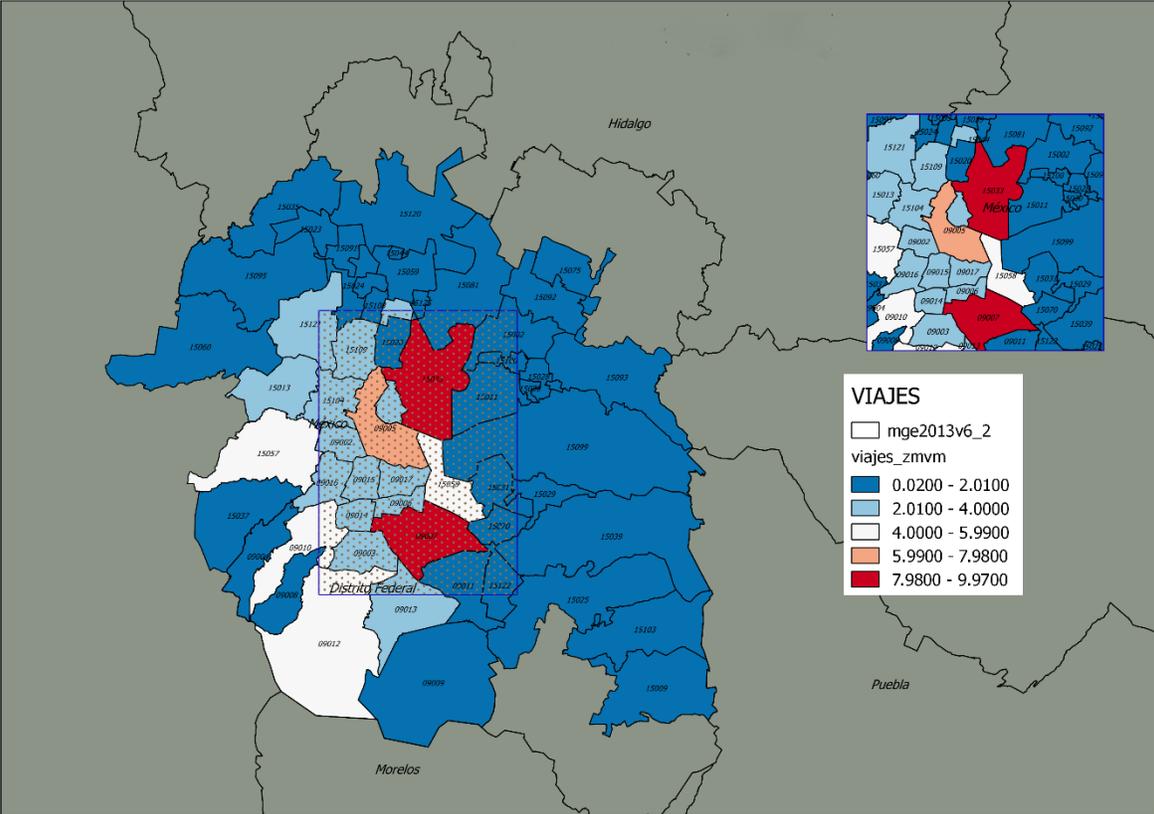
**Figura 2.5.** Viajes por motivos de trabajo



Fuente: Elaboración propia con base en: INEGI Encuesta Origen Destino

El mapa representa que el principal destino por motivos laborales es la delegación Iztapalapa, seguida del municipio de Ecatepec de Morelos y, aunque en menor medida, la delegación Gustavo A. Madero. Aunque estos destinos no sean los pioneros en las actividades económicas, forman parte de los centros económicos y paradójicamente funcionan como centros gravitacionales de mano de obra. Ahora realizaremos un ejercicio similar, pero en esta ocasión con el motivo de ir a la escuela (figura 2.6), y poder observar si coinciden con los resultados obtenidos en el mapa anterior.

**Figura 2.6. Viajes por motivos de escuela**



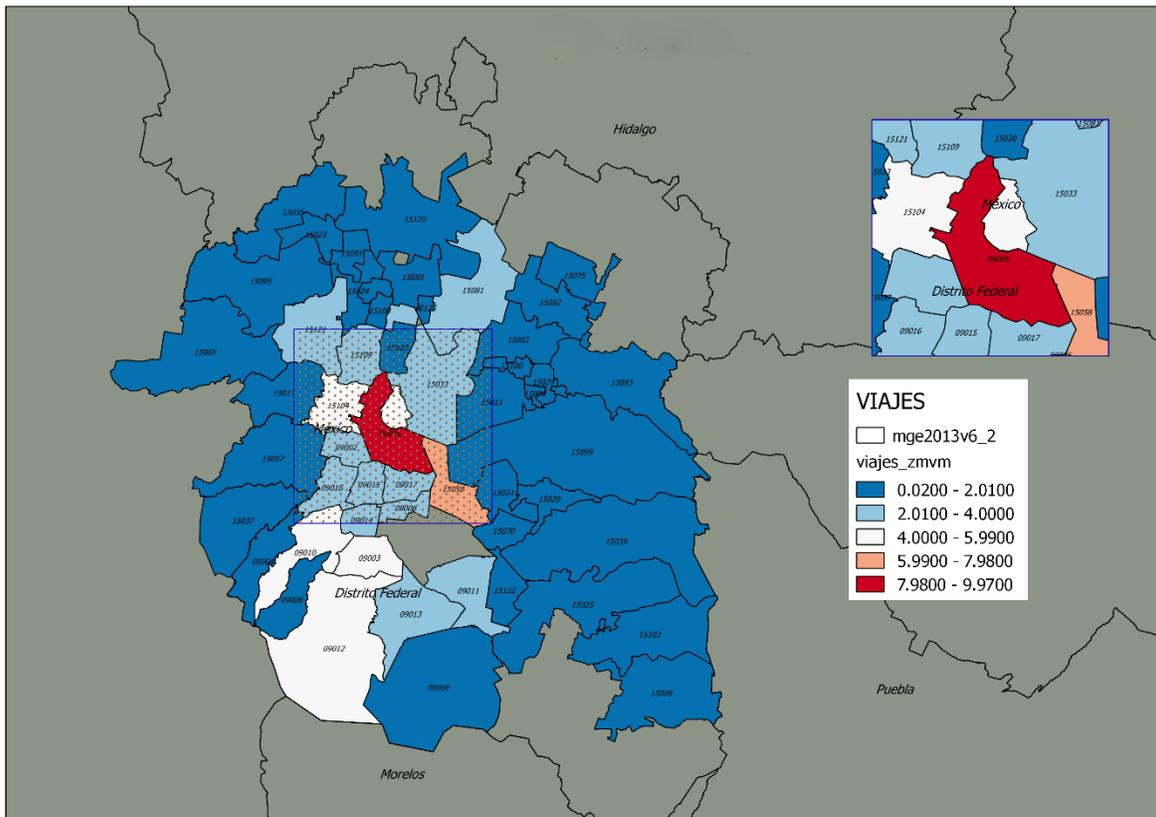
Fuente: Elaboración propia con base en: INEGI Encuesta Origen Destino

Aunque no se esperaba un resultado como en un inicio, el mapa muestra una similitud casi perfecta respecto al mapa anterior ya que nuevamente Iztapalapa, Ecatepec y Gustavo A. Madero. Con estos resultados podemos fortalecer la hipótesis de que sí existe una aglomeración industrial, comercial y de servicios, funcionan como centros atractores de movilidad a los que se desplaza la población, aunque no está tan resuelto el asunto de los viajes por motivos de escuela, al ser tan similares los resultados, podemos concluir que la configuración del espacio urbano, en cuanto a planificación y uso del suelo, contiene actividades que no incluimos en nuestro marco de análisis, pero que vale la pena revisar para obtener mejores resultados.

Un comportamiento diferente se espera observar con el siguiente mapa (figura 2.7) donde el principal motivo de viaje es el hogar, en esta ocasión podemos intuir que el resultado no será el mismo, debido a que los hogares no se encuentran conglomerados dentro del mismo espacio que las actividades económicas, aunque aún no estamos incluyendo en el análisis la movilidad intermunicipal, en donde puede existir un elevado número de viajes, pero no precisamente es generado por población residente en otro municipio.

Estos cálculos intermunicipales serán incluidos dentro del análisis una vez que se encuentre mejor desarrollada esta investigación, utilizando un índice de concordancia para estimar el número de viajes que se realizan dentro del mismo municipio. Este caso puede darse, por ejemplo, en los municipios con una amplia extensión territorial como lo es Texcoco o Naucalpan de Juárez.

**Figura 2.7. Viajes por motivos de Hogar**



Fuente: Elaboración propia con base en: INEGI Encuesta Origen Destino

Al parecer la tendencia continua, aunque en menor medida pero principalmente en la delegación Gustavo A. Madero, también se nota que esta tendencia se degrada conforme se aleja del centro. Para abordar con mayor profundidad este fenómeno podemos realizar el ejercicio del índice de concordancia que mencionamos anteriormente, teniendo en cuenta que para poder realizarlo, debemos expandir nuestro objeto de análisis, porque para realizarlo no basta con examinar a la población ocupada, sino también considerar a la población económicamente activa (PEA) que también se desplaza por la zona por diversos motivos.

#### **4 Síntesis y perspectiva del fenómeno**

Con base en los resultados obtenidos en este avance de la investigación, se puede concluir que es posible cumplir la hipótesis de que la movilidad está determinada por los centros económicos, la movilidad del trabajador no es producto de su libertad de disponer de su fuerza de trabajo y venderla donde y a quien el prefiera, por el contrario, está obligado a vender su fuerza de trabajo hacia donde se concentra el capital.

Existe una desorganización del espacio urbano, provocando externalidades en el asunto de la movilidad, la conformación de los centros económicos en la ZMVM provoca externalidades como los congestionamientos viales, mismos que requieren un análisis de los sistemas de transporte dentro de la región.

Esta investigación sirve como un escenario para futuros métodos de análisis, se pretende realizar un modelo de econometría espacial o un modelo basado en agentes con los que se puede representar de una manera adecuada el comportamiento de los agentes que se tienen que desplazar dentro de la ZMVM. Asimismo, se planea realizar un análisis detallado sobre las consecuencias económicas que provoca el asunto de la movilidad urbana sobre la fuerza de trabajo.

Este acercamiento empírico ha permitido aterrizar en un contexto más claro del fenómeno de la movilidad, de la misma forma en la que se han resuelto diferentes dudas sobre las problemáticas del tema y sobre todo de la metodología, también han surgido nuevos cuestionamientos que pueden servir para expandir el análisis y llegar a conclusiones mejor estructuradas. Pero sobre todo ha servido para marcar un camino sobre la línea de investigación más claro y mejor estructurado, conforme se aprendan nuevas técnicas de análisis, podremos expandir el alcance de la investigación aprovechando las herramientas que consideremos necesarias para estudiar el fenómeno y crear una metodología mejor estructurada.

# **Capítulo 3. *Aplicación de un MBA en el fenómeno de la movilidad urbana***

## **Modelos basados en agentes**

Durante la década de 1960, se comenzó el desarrollo de la simulación social computacional con modelos de micro-simulación en economía con el objetivo de observar los cambios de políticas económicas sobre hogares e individuos, dichos modelos son aplicaciones que permiten estimar los efectos probables de cambios en esas políticas y cuantifican las variaciones en los niveles de bienestar de los agentes, de forma que los resultados de dichas simulaciones faciliten el diseño de políticas posteriores.

Estos modelos de micro-simulación consisten en tomar una muestra de una población (personas, empresas u hogares) sobre la cual se aplican reglas con el objetivo de examinar sus cambios, lo que permite observar un impacto global del fenómeno. Aunque claramente existen limitaciones con el uso de la micro-simulación, principalmente que existe heterogeneidad entre los agentes y que no se permite la interacción entre ellos (Nigel y Lynne, 2016). Durante los años 1980, aparecieron los Modelos Basados en Agentes (MBA) gracias a los avances en el campo de la computación.

Los MBA son modelos creados en programas informáticos en donde se crean mundos artificiales en los que se encuentran agentes heterogéneos. En estos mundos se puede analizar el comportamiento de los agentes que pueden ser personas, empresas, hogares, países, animales o entidades en general (dependiendo del objeto de estudio), sus interacciones con otros y con factores como el tiempo o el espacio con el objetivo de entender un fenómeno con un mayor grado de realismo (Nigel y Lynne, 2016). Los programas permiten crear mundos artificiales en donde se ubican agentes con características particulares que les indican el comportamiento que deben tener en diferentes circunstancias.

Como se mencionó anteriormente, los agentes presentan heterogeneidad, que es una característica clave para los MBA ya que significa que cada agente puede contener algún conjunto de características y reglas de comportamiento. Dichas reglas especifican el tipo de interacción de los agentes con el mundo o con sus

vecinos, lo cual significa que pueden obtenerse resultados globales a partir de las interacciones individuales de los agentes. El modelador puede basarse en teorías económicas, sociales, o casi de cualquier tipo para representar un fenómeno, ya que en los MBA no existe conflicto entre teorías debido a que el modelador decide las características, reglas y el funcionamiento de su modelo. Sin embargo, el enfoque teórico que se utilice para modelar, debe necesariamente contemplar componentes de interacción, ya sea entre agentes, agentes y espacio o agentes, espacio y tiempo. De otra forma no puede justificarse el uso de los MBA.

Los MBA pueden variar desde modelos simples y abstractos hasta algunos muy complejos, pero sea cual sea el caso el modelaje realizado por computadora facilita el grado de realismo sobre un fenómeno que queremos representar, con un modelo se pueden plantear posibles escenarios futuros y comprobar la validez de los supuestos recogidos de las diferentes teorías. Este tipo de modelos son útiles en ciencias sociales debido a que son lo suficientemente flexibles para modelar procesos complejos como como la toma de decisiones de las empresas o los trabajadores por ejemplo (Boero, 2015).

## **La movilidad urbana como fenómeno emergente**

La movilidad urbana es un fenómeno en el que intervienen tanto agentes, espacio y tiempo. Debido a que el interés de esta investigación es la movilidad de los trabajadores de la ZMVM, que se entiende como los desplazamientos de los mismos a sus puestos de trabajo desde su lugar de residencia, se justifica el uso de un MBA para este trabajo, ya que permite observar la interacción entre los agentes, que en este caso son los trabajadores y las empresas, en donde se encuentran los puestos de trabajo.

El espacio urbano se conforma por el centro económico donde justamente se encuentran los puestos de trabajo (en este lugar ocurre un proceso de aglomeración de la actividad económica en donde tienden a concentrarse los puestos de trabajo,

lo que convierte al centro económico en una zona atractora de movilidad para los trabajadores) y por el lugar de residencia de los trabajadores. El tiempo se representa en las horas que los trabajadores tardan en trasladarse a sus puestos de trabajo y de vuelta a sus hogares (en general el tiempo de traslado promedio al centro económico).

¿Por qué podemos considerar a la movilidad urbana como un fenómeno emergente para la utilización de un MBA? El desplazamiento de los trabajadores en una ciudad para llevar a cabo sus tareas productivas contiene características de un CAS (Sistema Adaptable Complejo), debido a que existen interacciones que no están previamente determinadas, es decir, el sistema de movilidad de la ciudad implica que sus componentes no fueron predefinidos para realizar una tarea específica, entiéndase esto mediante la noción de que en una ciudad no se planeó a priori cuál sería su vocación productiva, ni la jerarquía de su centro económico, de tal suerte que los desplazamientos de los trabajadores no se explican por una cuestión de diseño previo.

Dentro de este fenómeno los agentes cuentan con características propias, así como reglas de comportamiento que les brindan autonomía respecto al resto de los agentes, sin embargo, su comportamiento, toma de decisiones y acciones, ocurren como resultado de la interacción y de procesos de intercambio de información (retroalimentación) con otros agentes y el espacio en el que actúan.

Por ejemplo un trabajador que sale por la mañana de su casa para ir a trabajar, para desplazarse necesita un coche o un transporte público, en el cual, otros trabajadores abordan para trasladarse a sus puestos de trabajo que se localizan cercanos al de él. El trabajador se da cuenta entonces, de que mientras otras personas se dirigen al mismo lugar que él, más tiempo tardará en llegar al trabajo, por lo que puede decidir en salir más temprano al día siguiente o elegir una ruta distinta. Cuando el trabajador llega a su puesto de trabajo, debe permanecer en él y cumplir con una jornada laboral, al término de ella se desplaza nuevamente a su hogar.

En el ejemplo anterior podemos notar que el trabajador experimenta diversas interacciones: 1) con otros trabajadores que tienen objetivos similares a él. 2) el espacio que debe recorrer desde su lugar de residencia a su lugar de trabajo. 3) con la empresa en la que trabaja, en donde se detiene para realizar alguna actividad y recibir un ingreso por ello. Entonces podemos concluir que los promedios de movilidad en la ciudad son un fenómeno que ocurre de forma descentralizada, debido a que no existe una coordinación entre las personas que se desplazan dentro de ella, ni siguen a un líder que dirija el movimiento o el tiempo de traslado, a pesar de ello, se mantiene un cierto nivel de orden en términos de un resultado general, los tiempos promedio de traslado no tienden a cambiar repentinamente en el tiempo.

## **El modelo**

El modelo utilizado para presentar el fenómeno de la movilidad urbana es un MBA en el que existen tortugas<sup>3</sup> que representan tanto a los trabajadores como a las empresas que pertenecen a los sectores: industrial, comercio y servicios. Dichas tortugas se mueven sobre un entorno en donde se representa un centro económico conformado por una aglomeración de empresas de los tres sectores y por los trabajadores que se desplazan a sus puestos de trabajo en dichas empresas.

El objetivo del modelo es evaluar que la existencia de un centro económico determina la movilidad de los trabajadores, que requieren desplazarse hacia donde se localizan los puestos de trabajo y que cuando tal centro es único y consolidado los problemas de movilidad en la ciudad tienden a incrementarse. Además se pretende evaluar la tendencia que tiene el tiempo promedio de traslado de los trabajadores y como este puede cambiar con base en diferentes condiciones como: un incremento en el número de puestos de trabajo, mayor número de trabajadores, o por el contrario, una disminución en la cantidad de los mismos.

---

<sup>3</sup> Específicamente el programa utilizado para este modelo es NetLogo, que utiliza un lenguaje en el que las tortugas representan a los agentes y los patches representan el territorio.

El mundo en el MBA está conformado por parcelas (patches) con una extensión de 61 X 61 y de carácter toroidal. Sobre dichas parcelas se representa un centro económico en el que las tortugas que representan a las empresas se agrupan en una zona determinada, permitiendo que en dicho centro exista una concentración de la actividad económica. En el mundo existen tortugas que simulan a empresas que pertenecen a distintos sectores económicos (comercio, industria y servicios) con una cantidad de 1950. Por otra parte, también existen tortugas que simulan la presencia de trabajadores (al igual que las empresas pertenecen a un sector distinto) con una cantidad de 6000.

Las empresas que están representadas por tortugas que cuentan con ciertas características como: un sector económico, un nivel de personal ocupado y un nivel de valor agregado. Por su parte, las tortugas que representan a los trabajadores a los que aleatoriamente se les asignan un sector económico, además de otra característica de nivel de ingreso. Las variables que conforman las propiedades de los agentes fueron obtenidas de datos que provienen de diversas fuentes de información como INEGI, CONAPO y DENUe con el objetivo de simular el comportamiento real de los trabajadores en la ZMVM.

### **Calibración del modelo**

Sobre la asignación de los rangos para las variables de los agentes, se tomaron en cuenta la media y la desviación estándar de las bases de datos construidas para el análisis exploratorio del capítulo anterior, estos datos permiten construir rangos sobre los que corren las variables, permitiendo una simulación que se asemeja a la realidad y permite obtener resultados con un mayor grado de confianza. El tiempo se encuentra representado por los promedios de movilidad que tienen los agentes sobre distintos escenarios que pueden incluir un mayor o menor número de trabajadores.

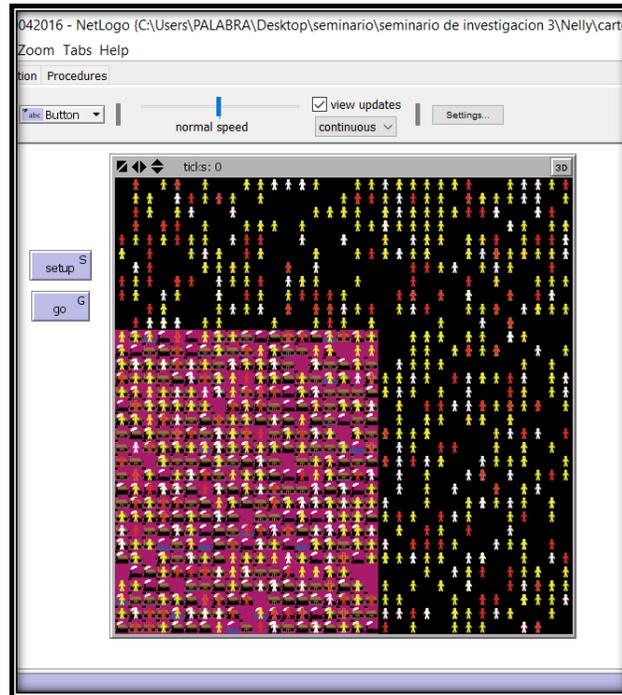
## **Inicialización del modelo**

Cuando inicia el modelo se crean empresas que pertenecen a diferentes sectores económicos (industria, comercio y servicios), se establece un centro económico en el que inmediatamente las empresas se localizan en él, las empresas poseen ciertas características que las diferencian como un nivel de personal ocupado y un valor agregado.

Posteriormente se crean otro tipo de agentes que son los trabajadores, ellos se localizan aleatoriamente sobre el espacio y también tienen características singulares como un sector económico (posteriormente se trasladaran a alguna de las empresas que pertenezcan al mismo sector) y un nivel de ingreso que es el que reciben por realizar su fuerza de trabajo. Al finalizar la iniciación, las empresas están localizadas en el centro económico y los trabajadores están listos para desplazarse hacia ellas.

Con estas condiciones iniciales se pretende modelar la idea de la existencia de un centro económico en el que se aglomera la actividad económica de una región y que funciona como un centro atractor de mano de obra que puede estar localizada cerca del centro económico o alejada del mismo. La figura 3.1 muestra la interfaz gráfica en NetLogo al momento de finalizar la inicialización del modelo.

**Figura 3.1.** Interfaz gráfica en NetLogo



Fuente: Elaboración propia

En la figura anterior se observa que existe un cuadro de color magenta, sobre el cual se localizan las empresas que pertenecen a los tres sectores económicos, esta zona es la que hemos definido como el centro económico, mientras que el resto en color negro, se caracteriza por ser una zona de periferia. Los trabajadores (personas de colores) que pertenecen a los tres sectores, aparecen en el mundo de forma aleatoria.

### Regla de transición

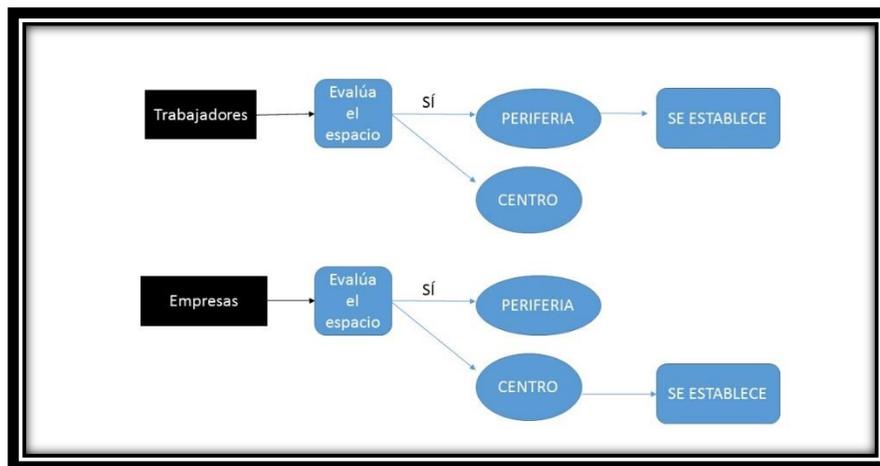
En el modelo la interacción ocurre de dos formas, la que realizan los trabajadores con su entorno y la otra es la que realizan con las empresas, esto es:

**AGENTE – ESPACIO    AGENTE – AGENTE**

Dicha interacción es la que define el reconocimiento del entorno económico, retomando el argumento que se expuso capítulo 1, en donde el capital (en este caso las empresas) que se ubica geográficamente en un lugar determinado, funciona como un centro atractor de fuerza de trabajo (los trabajadores), obligándolos a desplazarse hacia él en busca de un puesto de trabajo para recibir un ingreso. Nuestro modelo opera bajo esa lógica, la localización de las empresas se encuentra determinada en lugares específicos del mundo, por ello nuestros agentes trabajadores buscan en el mundo características de un lugar central, que es donde se localiza el empleo, justamente las empresas. Una vez realizado este proceso, que es la interacción agente – espacio, la interacción se define entre el trabajador y las empresas, puesto que su objetivo es realizar desplazamientos cotidianos.

Los agentes interactúan con el espacio, tanto las empresas como los trabajadores evalúan las características del entorno para establecerse al iniciar el modelo, tal y como se aprecia en la figura 3.2

**Figura 3.2.** Interacción Agente - Espacio



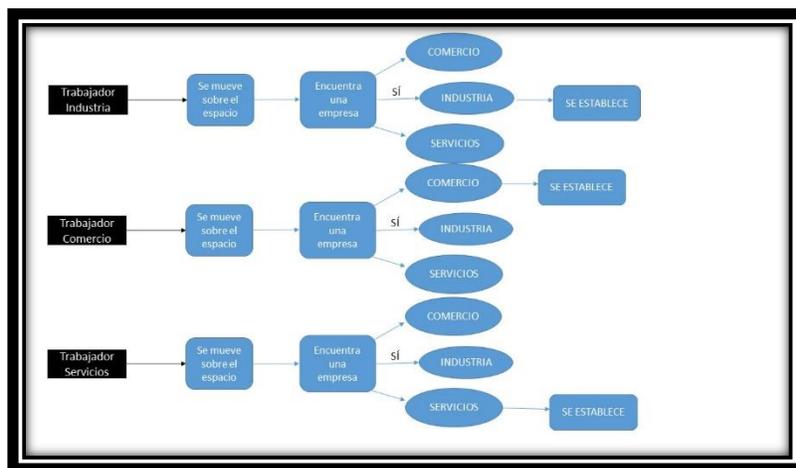
Fuente: Elaboración propia

Cabe mencionar que el entorno también reconoce cosas, cada patche, ya sea del centro o de la periferia reconoce y reporta algunas características. Tiene la capacidad de reconocer a los agentes que interactúan con él, tanto los trabajadores

como las empresas y podemos solicitarles que muestren el número de trabajadores que están actuando sobre él y el número de empresas que están allí localizadas, y reporta el sector económico al que estas pertenecen.

Por otra parte, existe la interacción entre agentes, que ocurre cuando los trabajadores evalúan las características de las empresas para decidir si se quedan en ellas o no. Si un trabajador que pertenece al sector industria encuentra una empresa que pertenece al mismo sector y le ofrece un nivel de remuneración, este decide quedarse en ella, lo mismo ocurre con los trabajadores de los otros sectores. Esto quiere decir que los trabajadores evalúan las características de las empresas y toman decisiones con base en ellas, si un trabajador esta en movimiento y encuentra una empresa que comparte el mismo sector económico y ofrece un salario, el trabajador cambiará de un estado de movimiento a permanecer en la empresa (figura 3.3).

**Figura 3.3.** Interacción Agente - Espacio

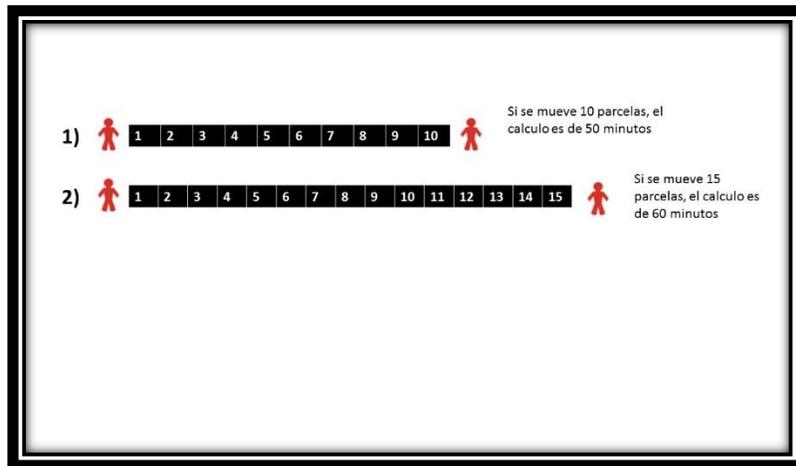


Fuente: Elaboración propia

Dentro de las propiedades de los trabajadores se encuentra como variable el tiempo de traslado, mismo que se actualiza conforme avanza en el mundo (figura

3.4). Además la interacción entre trabajadores también es esencial, durante los desplazamientos el trabajador debe analizar el comportamiento de los trabajadores a su alrededor, no puede pasar por encima de él, así que debe adaptarse a la velocidad a la que se mueven el resto de los trabajadores en su trayectoria.

**Figura 3.4.** Interacción Agente - Espacio



Fuente: Elaboración propia

Esta característica dependerá de la velocidad a la que se muevan los trabajadores, generando diferentes escenarios, por ejemplo:

- Si en el mundo existen pocos trabajadores y se mueven con alta velocidad, el tiempo promedio puede reducirse.
- Si existen muchos agentes y se mueven despacio pueden presentarse características de congestión y el tiempo de traslado aumenta.

Así, se pueden analizar los tiempos de promedio de traslado bajo diferentes circunstancias y concluir en qué condiciones podría mejorarse el problema de la movilidad en la ZMVM.

## **Conclusión**

El fenómeno de la movilidad urbana observada desde la perspectiva de los MBA posee una ventaja en comparación con algunos procesos de carácter más convencional, principalmente resalto la potencialidad que tienen en la cuestión de representar a los agentes heterogéneos y permiten medir su interacción con otros agentes y con el entorno. Permiten además, representar los modelos con fundamentos teóricos en combinación o no, con datos reales.

La utilización de un MBA para fines de esta investigación, complementa los hallazgos realizados en el capítulo anterior, en el que se encontraron datos que permiten observar la dinámica de la movilidad en la ciudad, los principales lugares en donde se concentra la actividad económica, los municipios que exportan mayor número de mano de obra y en los que reside la misma. Con el modelo se puede estudiar el comportamiento de esos patrones en los viajes de los trabajadores utilizando datos aproximados, lo que brinda un mayor realismo al análisis, además de crear escenarios alternativos que, aunque no es el objetivo de la investigación, pueden generar algún tipo de propuesta como solución al problema.

## Conclusiones generales

En términos generales, los resultados obtenidos principalmente en el capítulo 2 responden positivamente a la pregunta de investigación al demostrar empíricamente que en la ZMVM existe un fenómeno de aglomeración económica en algunos municipios, mismos que concentran los puestos de trabajo a los que se tienen que desplazar los trabajadores que residen en los municipios periféricos. Los resultados permiten confirmar la existencia de un centro económico que atrae mano de obra de las zonas periféricas.

El objetivo planteado al inicio del trabajo se cumple en la medida en la que la disponibilidad de datos permite abordar la metodología empleada, entonces podemos afirmar que fue posible identificar geográficamente las aglomeraciones de los puestos de trabajo y que obedece a un fenómeno de contagio espacial, además de observar que es un fenómeno que se ha presentado a lo largo del periodo estudiado. Sin embargo, la disponibilidad de los datos no es lo suficientemente rigurosa para un análisis más profundo sobre el tema, aunque suficiente para demostrar que se cumplen los supuestos abordado teóricamente, principalmente los argumentos de Harvey, sobre la libertad que no poseen los trabajadores para vender su fuerza de trabajo en un lugar más accesible para ellos y con un ingreso que sea satisfactorio para él.

La hipótesis ha sido demostrada hasta cierto punto, si bien, ha sido un argumento sencillo en el que existe un lugar central que funciona como un centro gravitatorio de mano de obra, cabe aclarar que teóricamente el tema de la movilidad de la fuerza de trabajo no ha sido desarrollado con demasiada potencia en cuanto a un enfoque crítico se refiere, se ha demostrado que el trabajador sigue al capital hacia donde quiera que este se mueva y ha sido demostrado empíricamente con la información obtenida.

Sobre las insuficiencias sobre la evidencia empírica hay que aclarar que el fenómeno de la investigación únicamente pudo aproximarse, debido al nivel de agregación y temporalidad de los datos. Con lo referente a la construcción de los

centros económicos a lo largo del periodo se utilizaron los últimos cuatro cortes censales disponibles, por lo que se limita el análisis a solo algunos periodos de tiempo, lo mismo ocurre con los datos sobre movilidad, se presentan en periodos de tres años y no se cuenta con un nivel de desagregación muy riguroso, ya que sería ideal contar con información a nivel de trabajador para analizar las condiciones de la movilidad con mayor profundidad.

Podría ser interesante ampliar el alcance de esta investigación con datos actualizados y a un nivel con mayor desagregación. Cabe señalar que existen diversos y amplios trabajos que abordan el tema de la movilidad, el transporte y sus efectos económicos, pero carecen de un sustento teórico que hable sobre lo que ocurre en la realidad y no lo que pueda decir alguna formulación matemática, es necesario abordar el problema con un enfoque crítico con supuestos que permitan obtener resultados sobre lo que ocurre en la realidad.

## Bibliografía

- [1] AZUELA, A. (2013). “Un instrumento en condiciones de emergencia. Expropiación y reconstrucción habitacional en la Ciudad de México después del sismo de 1985” en: Lincoln Institute.
- [2] BAZANT, J (2011). “Planeación urbana estratégica: métodos y técnicas de análisis”, en: México: Trillas, 2011 pp. 143-183
- [3] BOCAREJO, J., AND OVIEDO, RICARDO D. (2011). “Transport accessibility and social inequities: a tool for identification of mobility needs and evaluation of transport investments”, in: Journal of Transport Geography No.24 pp. 142–154
- [4] BORCK, R, and Wrede, M (2007). “Commuting subsidies with two transport modes”, in: Journal of Urban Economics No.63 pp. 841–848
- [5] BUSTOS, M. (1993). “Las teorías de Localización Industrial: una breve aproximación”, en: Estudios Regionales No. 35 pp. 51- 76
- [6] BUTKEVIÈIUS, J, et al. (2004). “Analysis and forecast of the dynamics of passenger transportation by public land transport” in: Transport, No.19 pp. 1-8
- [7] DE BORGER, B, AND PROOST, STEF (2013). “Traffic externalities in cities: The economics of speed bumps, low emission zones and city bypasses”, in: Journal of Urban Economics No.76 pp. 53–70
- [8] FERNANDES, V (2009). “Inversión en infraestructura de transporte – Un análisis del impacto del Rodoanel sobre los precios del suelo” en: Lincoln Institute.
- [9] FOSGERAU, M, ENGELSON, L. and FRANKLIN, JOEL P. (2014). “Commuting for meetings”, in: Journal of Urban Economics No. 81 pp. 104–113
- [10] GUILLAUME, M AND DE PALMA, A. (2014) “Public transport reliability and commuter strategy” en: Journal of Urban Economics No.81 (2014) pp. 14–29.
- [11] HARVEY, D. (1990). “Los límites del capitalismo y la teoría marxista” en: Fondo de Cultura Económica, S. A. de C. V. Primera edición en español pp. 376–408.
- [12] HIDALGO, D, AND HUIZEGNA, C,(2012) “Implementation of Sustainable urban transport in Latin America” in Research in Transportation Economics, No. 40 pp. 66-77.
- [13] JANIVE, D, y NARANJO, V. (2013). “El impacto del sistema de Transporte Rápido de Buses (Metrobus) en los precios del suelo en la Ciudad de México”, in: Lincoln Institute of Land Policy.
- [14] JIAWENG, YANG and FERREIRA, J. (2008). “Informing the public of transportation–land use connections” en: Transportation Research Part C No.17 (2009) pp.27–37.
- [15] KELVIN K.W. YIM WONGA, CHEN W, and WILLIAMH.K. Lam (2011). “A reliability-based land use and transportation optimization model”, in: Transportation Research Part C No. 19 pp. 351–362
- [16] KHURANA, A (2015). “Variants of transshipment problema”, in: Eur. Transp. Res. Rev. 7:11 pp. 1-19
- [17] KRUGMAN, P. (1997), “Desarrollo, geografía y teoría económica”, Antoni Bosch editor, Barcelona.

- [18] LANGE, C. (2011). “Dimensiones culturales de la movilidad urbana” en: Revista INVI, Vol. 26, No. 71, pp. 87-106
- [19] MATIAX, C. (2010). “Movilidad urbana sostenible: Un reto energético ambiental”, en: TF Artes Gráficas pp. 9 -65
- [20] MURPHY, E. (2011). “Urban spatial location advantage: The dual of the transportation problem and its implications for land-use and transport planing” in: Transportation Research Part A No.46 (2012) pp. 91–101
- [21] PINEDO, J, MARTINEZ, ALDECOA Y LAMIQUIZ, F (2014). “Mobility and Urban Planning Integration at City-Regional level in
- [22] RODRIGUEZ, J. (2008). “Movilidad cotidiana, desigualdad social y segregación residencial en cuatro metrópolis de America Latina”, en: Revista Eure, Vol. 34, No. 103, pp. 49-71
- [23] RUSSO, F, AND MUSOLINO, G (2012). “A unifying modelling framework to simulate the Spatial Economic TransportInteraction process at urban and national scales”
- [24] SAPHORES J. AND MARLON G (2006). “Uncertainty and the timing of an urban congestion relief investment. The no-land case” in: Journal of Urban Economics 59 (2006) 189–208.
- [25] SHIH, L AND XIAOHONG X (2013). “Integrated land use and transportation interaction: a temporal GIS exploratory data analysis approach” in: Journal of Transport Geography No.11 (2003) pp.103–115.
- [26] SMITH. N (1984). “La produccion de la naturaleza la produccion del espacio” en: Uneven Development: Nature, Capital and the Production of Space. Basil Blackwell.
- [27] SUAREZ, M. y DELGADO, J. (2010). “Patrones de movilidad residencial en la Ciudad de México como evidencia de co-localización de población y empleos” en: Revista Eure, Vol. 36, No. 107, pp. 67-91
- [28] TERRAZAS Y PRECIAT (1988). “Estructura Territorial de la Ciudad de México” en: Plaza y Janes, S A de C.V Primera edición en español pp. 143- 161

## Anexo

Acorde con el modelo utilizado en el capítulo 3 de la investigación, se anexa el código de programación en la herramienta computacional NetLogo, para cualquier interés sobre el análisis o la réplica del modelo.

Código en NetLogo:

```
globals [  
  patches-centro  
  patches-periferia  
]  
  
breed [industrias industria]  
breed [comercios comercio]  
breed [servicios servicio]  
breed [trabajadores trabajador]  
  
industrias-own [ pot va remm]  
comercios-own [ pot va remm]  
servicios-own [ pot va remm]  
;empresas-own [industrias comercio servicios]  
patches-own [#trabajadores #industrias #comercios #servicios]  
trabajadores-own [ sector nivel-ingreso patches-visited start-patch ]  
  
to setup  
  ca  
  reset-ticks
```

```
set patches-periferia patches with [pycor > 5 or (pxcor > 2 and pycor >= -50)]
```

```
ask patches-periferia [ set pcolor white]
```

```
set patches-centro patches with [pxcor < 3 and pycor < 6]
```

```
ask patches-centro [ set pcolor green ]
```

```
create-industrias 100 [ set shape "factory"
```

```
set color blue
```

```
set size 1
```

```
move-to-empty-one-of patches-centro
```

```
;setxy random-pxcor random-pycor
```

```
set pot random-normal 7577 1500
```

```
set va (sum [nivel-ingreso] of trabajadores-here)
```

```
set remm random-normal 7000 1500
```

```
]
```

```
create-comercios 500 [ set shape "building store"
```

```
set color brown
```

```
set size 1
```

```
move-to-empty-one-of patches-centro
```

```
;setxy random-pxcor random-pycor
```

```
set pot random-normal 9921 2000
```

```
set va (sum [nivel-ingreso] of trabajadores-here)
```

```
set remm random-normal 10000 2000
```

```
]
```

```
create-servicios 250 [ set shape "house colonial"

set color black

set size 1

move-to-empty-one-of patches-centro

;setxy random-pxcor random-pycor

set pot random-normal 4554 1100

set va (sum [nivel-ingreso] of trabajadores-here)

set remm random-normal 15000 2500

]
```

```
create-trabajadores n_trabajadores [

set color black

set size 0.8

set patches-visited 0

move-to-empty-one-of patches-periferia

set start-patch patch-here

set sector round random-float 2

set nivel-ingreso round (random-normal 5000 3000)

if sector = 0 [set shape "person construction"

set sector "industria"]

if sector = 1 [set shape "person business"

set sector "comercio"]

if sector = 2 [set shape "person service"

set sector "servicios"]
```

```
]
```

```
;ask industrias [move-to one-of patches with [ pcolor = magenta] ]
```

```
;ask comercios [move-to one-of patches with [ pcolor = magenta] ]
```

```
;ask servicios [move-to one-of patches with [ pcolor = magenta] ]
```

```
; ask patches-centro[
```

```
  ;set #empresas count turtles-here
```

```
;set #trabajadores count turtles-here
```

```
  ;]
```

```
end
```

```
to move-to-empty-one-of [locations]
```

```
  move-to one-of locations ;
```

```
  while [any? other turtles-here] [
```

```
    move-to one-of locations
```

```
  ]
```

```
end
```

```
to move
```

```
  fd 50
```

```

    move-to one-of neighbors
set patches-visited patches-visited + 1
end

to quedarse

    let temp one-of patches with [ pcolor = green and #industrias > 0 ]
    let moveto one-of patches with [ pcolor = green and #industrias > 0 ]
    ; if [ pcolor ] of patch-here = patches-centro
end

to go
    ;ask trabajadores

    ask trabajadores with [ sector = "industria"]
    [let #industr count industrias in-radius 5
    ifelse #industr = 0
    [move-to one-of patches in-radius 5]
    [move-to one-of industrias in-radius 5]
    set patches-visited patches-visited + 1
    ]

    ;[ move-to one-of industrias in-radius 5 ]
    ask trabajadores with [ sector = "comercio"]
    [let #comer count comercios in-radius 5
    ifelse #comer = 0
    [move-to one-of patches in-radius 5]
    [move-to one-of comercios in-radius 5]

```

```
set patches-visited patches-visited + 1  
]
```

```
ask trabajadores with [ sector = "servicios"]  
[let #serv count servicios in-radius 5  
ifelse #serv = 0  
[move-to one-of patches in-radius 5]  
[move-to one-of servicios in-radius 5]  
set patches-visited patches-visited + 1  
]
```

```
tick
```

```
ask patches[  
set #industrias count industrias-here  
set #comercios count comercios-here  
set #servicios count servicios-here  
set #trabajadores count trabajadores-here ]
```

```
end
```